NR IND 372161

praktyczny Elektronik

WWW.PE.COM.PL

nr 9'2000 (98) CENA 4,80 PLN ISSN 1232-2628

Układ poszerzania bazy stereofonicznej

Wskaźnik ładowania i rozładowywania akumulatora

Uniwersalna płytka zwrotnicy głośnikowej

Stroboskop do kontroli i ustawiania zapłonu

Monitor linii telefonicznej

Opis programu EAGLE



Sprzedaż wiązana

Nieszczęsna karta graficzna opisana w poprzednim numerze nie daje mi spokoju. Do dodatkowo zaskoczyła mnie relatywnie niska cena dysku 17,2 Gb, jaką zauważyłem w sklepie komputerowym. Dysk to nie karta, to coś znacznie bardziej skomplikowanego. Siedzą tam jak na karcie różne tajemnicze kości, ale to żadna nowość. Dopiero w środku zaczyna się „orgia" mechaniki. Począwszy od talerza wykonanego z obłędną wręcz precyzją, poprzez głowice wielkości łepka od szpilki, na silniku obracającym talerz skończywszy. Zapomniałem jeszcze o chemii warstwy magnetycznej naniesionej na talerz i napędzie głowic. Wykonana w technologii wtrysku stopów aluminium obudowa też nie należy do tanich. Do wszystkiego można jeszcze dodać taki drobiazg jak gwintowane otwory pod śruby mocujące. Czynność gwintowania jest dość wolna i wbrew pozorom kosztowna. Ten cud techniki kosztuje u nas niecałe 100$ (cena bez podatku VAT). Być może niektórzy powiedzą, że to dużo. Zgadza się jesteśmy niestety biednym krajem i to co tanie na świecie u nas jest dość drogie.

Z drugiej strony popatrzmy na ceny tak popularnych produktów jak proszki do prania. Dyski kupuje stosunkowo mało ludzi, a proszki prawie wszyscy. Cena kilograma proszku nie różni się szokująco od ceny kilograma dysku, jest tylko kilka razy niższa. Jednakże kupując proszek dokonujemy transakcji wiązanej. Wraz z proszkiem kupujemy kilkanaście debilnych seriali telewizyjnych, w których uśmiechnięte twarze gadają bez sensu przez tysiące odcinków w tych samych dekoracjach. Myślę, że kamery kręcące te sceny są przyspawane do podłoża, gdyż ujęcia są zawsze te same. Reklama zapewnia Ci wybór – tak twierdzi hasło. Jestem przekonany, że reklama zabiera mi pieniądze. Wybór dysków i bez reklamy jest duży. Niskie ceny wynikają z tego że płacimy tylko za sam dysk, bez żadnych bonusów.

Czyż oglądamy w telewizji reklamy na których młody przystojny japiszon, na widok którego dziewczyny piszczą z zachwytu, podjeżdża sportowym wozem pod Bibliotekę Narodową i wyciąga walizeczkę wyładowaną dyskami. Potem z uśmiechem na ustach podnosi gmach biblioteki z którego sypią się strumieniami książki i wpadają do rozłożonych wachlarzem dysków. Po chwili cała mądrość zawarta w książkach z biblioteki zapakowana jest na dyskach mieszczących się w małej walizeczce. Gość trzaska drzwiami samochodu i odjeżdża. Na ekranie pojawia się napis: „Dzięki dyskom firmy Misiu Jogi możesz teraz mieć Bibliotekę Narodową w twoim komputerze".

Na szczęście nie oglądamy takich reklam i dzięki temu mamy tanie dyski.

Redaktor Naczelny
Dariusz Cichoński



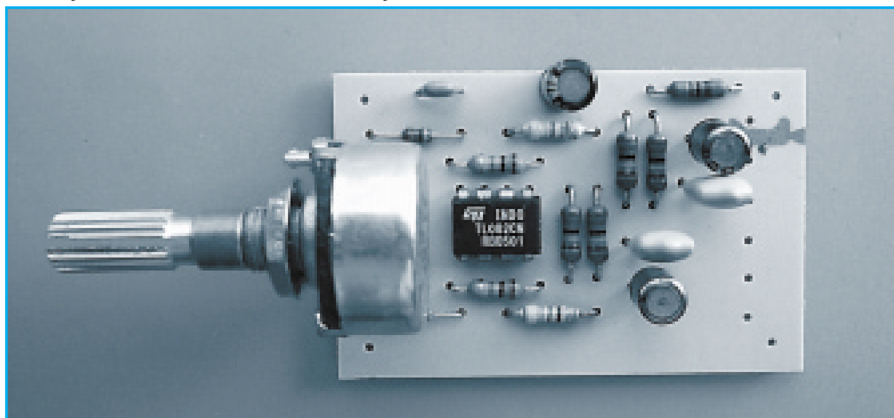
Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Orientacyjny czas oczekiwania wynosi 3 tygodnie. Zamówienia na płytki drukowane, układy programowane i zestawy prosimy przesyłać na kartach pocztowych, na kartach zamówień zamieszczanych w PE, faksem lub pocztą elektroniczną. Koszt wysyłki wynosi 8 zł bez względu na kwotę pobrania. W sprzedaży wysyłkowej dostępne są archiwalne numery "Praktycznego Elektronika", wykaz numerów na stronie 20. Kserokopie artykułów i całych numerów, których nakład został wyczerpany wysyłamy w cenie 2,50 zł za pierwszą stronę, za każdą następną 0,50 zł + koszty wysyłki.

Adres Redakcji:
„Praktyczny Elektronik"
ul. Jaskółcza 2/5
65-001 Zielona Góra
tel/fax.: (0-68) 324-71-03 w godzinach 8⁰⁰-10⁰⁰
e-mail: *redakcja@pe.com.pl*; *http://www.pe.com.pl*
Redaktor Naczelny:
mgr inż. Dariusz Cichoński
Z-ca Redaktora Naczelnego:
mgr inż. Tomasz Kwiatkowski
Redaktor Techniczny:
Paweł Witek

Zdjęcie na okładce: Ireneusz Konieczny
Druk: Zakłady Graficzne „ATEXT" Gdańsk

Układ poszerzania bazy stereofonicznej

Prosty układ umożliwiający poszerzenie i regulację tzw. bazy przy odtwarzaniu audycji stereofonicznych. Przydatny zwłaszcza przy małej odległości między głośnikami (odbiorniki przenośne, telewizyjne i samochodowe). Może być wykorzystany dla zwiększenia efektów stereofonicznych w zestawach domowych.



Podstawy stereofonii

Natura wyposażyła człowieka w dwoje uszu z dwóch względów. Pierwszy to możliwość rozróżniania kierunku z jakiego dochodzi dźwięk, a drugi to dublowanie organów słuchu. Podobnie zresztą ma się rzecz z oczyma.

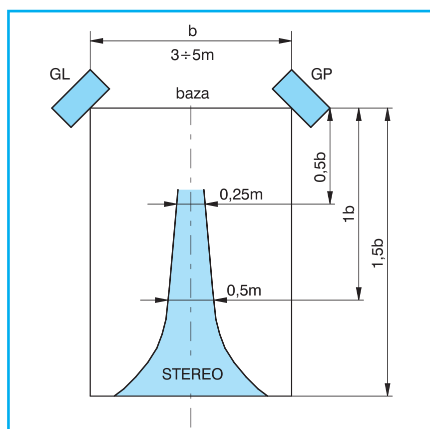
Kierunek przychodzenia dźwięku rozróżniony zostaje na podstawie różnych natężeń i, lub faz fali dźwiękowych docierających do poszczególnych uszu. Nie będę wnikał w budowę ucha, ale upraszczając w jego wnętrzu znajduje się „czujnik" przetwarzający zmiany ciśnienia na bodźce rejestrowane i oceniane w odpowiedniej części mózgu. Układ słuchu ma ograniczone możliwości. Pierwszym ograniczeniem jest możliwość rozróżniania dwóch dźwięków jako oddzielne jeśli wystąpi między nimi odstęp czasowy co najmniej 0,1 s. Zauważalna różnica natężeń dźwięków wynosi 2 dB. Istnieje także próg rozróżniania faz fal dźwiękowych docierających do uszu. Dlatego niskie częstotliwości pozbawione są właściwości kierunkowych. Innym ograniczeniem słuchu jest zakres częstotliwości słyszalnych wynoszący od 20 do 16000 a nawet 20000 Hz.

Pomimo tych ograniczeń słuch ludzki jest narządem perfekcyjnym dostosowanym przez naturę do potrzeb człowieka. Świadczy o tym chociażby bardzo duża rozpiętość odbieranych natężeń fali dźwiękowej – wynosząca aż 120 dB. Taką dynamiką nie wykazuje się żadne urządzenie elektroniczne. Kolejną właściwością potwierdzającą perfekcję słuchu jest zmiana charakterystyki czułości słuchu w zależności od natężenia fali dźwiękowej. Nędzną imitacją tej właściwości są współczesne układy wyciszania szumów.

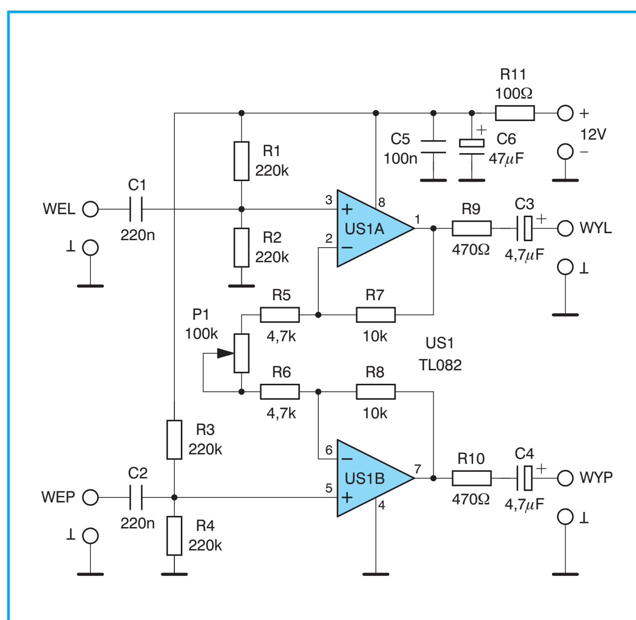
Dwoje uszu i rozróżnianie kierunków przychodzenia dźwięków sprawiają, że człowiek cały czas odbiera dźwięki naturalne jako przestrzenne. Urządzenia służące do przekazywania dźwięku na odległość lub do zapisu i odtwarzania dźwięku, początkowo pozbawiały go informacji kierunkowych. Ograniczano się jedynie do przekazywania lub zapisu zmian natężenia dźwięku tzw. dźwięk monofoniczny. Pomimo poprawy parametrów jakościowych (Hi–Fi) odtwarzane dźwięki dalekie były od naturalnych. Dopiero później przypomniano sobie o tym, że człowiek ma dwoje uszu.

Początki stereofonii to tzw. „sztuczna głowa". W pierwotnym miejscu odsłuchu, np. sali koncertowej umieszczano imitację głowy człowieka o naturalnej wielkości a w miejscu uszu instalowano dwa mikrofony kierunkowe. Jeden reagował na dźwięki z lewej strony głowy a drugi z prawej. Dwa sygnały wymagały oddzielnego przesyłania lub rejestracji. Następnie sygnały te były wzmacniane i wykorzystywane do zasilania słuchawek przyłożonych odpowiednio do ucha prawego i lewego. W odtwarzanych dźwiękach pojawiła się kierunkowość. Metoda ta nie nadaje się jednak do odtwarzania dźwięku przez głośniki wskutek sumowania fal dźwiękowych jak i występowania odbić fal charakterystycznych dla pomieszczenia odsłuchowego.

W stereofonii mamy do czynienia z dwoma kanałami nazywanymi lewym i prawym (L i P). Sygnały jakie są nimi przesyłane są najczęściej sztucznie preparowane przez reżyserów nagrań korzysta-



Rys. 1 Obszar odsłuchu stereofonicznego



Rys. 2 Schemat ideowy

jących z wielu mikrofonów kierunkowych umieszczonych w sali koncertowej czy studiu. Mówi się o stereofonii natężeniowej lub fazowej. Najczęściej aktualnie jest stosowana natężeniowo-fazowa, czyli taka w której zmieniają się natężenia i fazy dźwięków odtwarzanych w kanałach L i P. Zarówno różne natężenia jak i fazy niosą informację o kierunku dźwięku. Wprawdzie w dalszym ciągu nie uzyskuje się idealnego wrażenia naturalności dźwięku jesteśmy już mniej lub bardziej bliscy ideałowi. Oczywiście dalszym etapem rozwoju jest dźwięk przestrzenny jaki towarzyszy obrazowi kinowemu i kinu domowemu.

Do poprawnego odsłuchu stereofonicznego niezbędne są dwa głośniki lub słuchawki stereofoniczne. Preferowany jest odsłuch za pomocą głośników, które muszą być umieszczone w pewnej odległości od siebie. Odległość ta jak i linia łącząca głośniki nazywana jest bazą stereofoniczną. Dla poprawnego odtwarzania powinna wynosić kilka metrów. Odsłuch powinien odbywać się w miejscu jednakowo odległym od głośników i w minimalnej odległości od bazy równej połowie odległości między głośnikami.

Głośniki w stereofonicznym odbiorniku telewizyjnym lub w przenośnym odbiorniku radiowym są umieszczone w minimalnej odległości od siebie (np. 1 m). Powoduje to efekt sumowania dźwięków w oddalonym miejscu i właściwie odsłuch monofoniczny. Zadaniem proponowanego układu jest poprawienie tych właściwości. Uzyskamy to przez sztuczne wprowadzenie sygnałów kanałów wzajemnie lecz w fazie przeciwnej. Powoduje to częściową redukcję fali dźwiękowej w miejscu równo oddalonym od obu głośników i wrażenie rozsunięcia głośników a więc poszerzenia bazy stereofonicznej. Efekt ten nazywany jest z angielskiego *„spatial”*, w dosłownym tłumaczeniu „przestrzenny”.

Schemat ideowy i działanie

Układ wykorzystuje podwójny wzmacniacz operacyjny TL 082 (US1). Oba wzmacniacze pracują jako wzmacniacze nieodwracające dla sygnałów wejściowych. US1A jest sterowany sygnałem kanału L a US1B sygnałem kanału P.

Ze względu na zasilanie niesymetryczne wzmacniaczy operacyjnych, niezbędna jest polaryzacja wejść nieodwracających. Realizują to dzielniki rezystancyjne R1, R2 i R3, R4. Kondensatory C1 i C2 oddzielają składową stałą wejść wzmacniaczy od wejść WEL i WEP.

Ujemne sprzężenie zwrotne realizowane jest rezystorami R7 i R8. Wejścia odwracające wzmacniaczy operacyjnych połączone są rezystorami R5, R6 i potencjometrem P1. Obwód ten powoduje przenikanie sygnałów z kanału L do P i odwrotnie. Sygnały te wzmocnione lecz w fazie przeciwnej pojawiają się na wyjściach wzmacniaczy operacyjnych. Regulując rezystancję potencjometru P1 zmienia się zawartość odwróconego sygnału kanału L na wyjściu US1B i odwróconego sygnału kanału P na wyjściu US1A. Układ działa symetrycznie.

Przy rezystancji P1 ustawionej na minimum przenikanie sygnałów jest największe. Pełny sygnał wejściowy kanału L w fazie przeciwnej pojawia się na wyjściu US1B (i vice versa). Dla swojego właściwego sygnału wzmocnienie wynosi wtedy 2 V/V. Sygnał w fazie przeciwnej z drugiego kanału stanowi wtedy 50% sygnału właściwego. Przy maksymalnej rezystancji P1 przenikanie sygnału kanału przeciwnego zmniejsza się do 10%. Wzmocnienie sygnału właściwego spada wówczas do około 1 V/V.

Spreparowany w ten sposób sygnał wyjściowy jest podawany przez rezystory zabezpieczające R9 i R10 oraz kondensatory sprzęgające C3, C4 odpowiednio do wyjść WYL i WYP.

Układ zasilany jest napięciem niesymetrycznym, którego wartość powinna zawierać się od 10 do 15 V. Napięcie to jest filtrowane rezystorem R11 i kondensatorami C5 i C6. Pobór prądu nie przekracza 4 mA co umożliwia skorzystanie z zasilania urządzenia w którym będzie zamontowany.

Montaż i uruchomienie

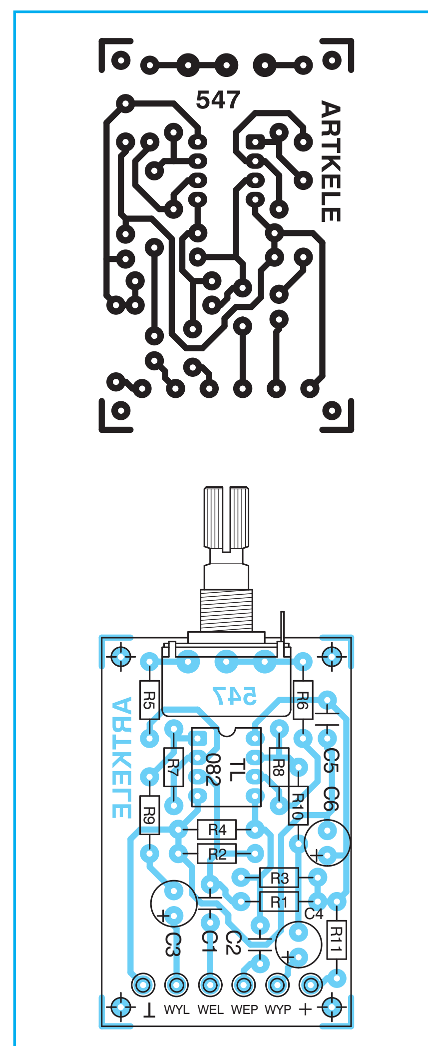
Układ poszerzania bazy stereofonicznej przewidziany jest do montażu wewnątrz urządzenia, które chcemy wyposażyć w tą właściwość. Niewielka płytka drukowana mocowana na wyprowadzeniach potencjometru i niewielki pobór prądu to ułatwiają.

Nie powinno być problemów z elementami. Sądzę, że każdy zainteresowany znajdzie je w swoich zapasach. Montaż także nie wymaga specjalnego reżimu. Jedynie oś potencjometru należy dobrać, aby nie różniła się od innych stosowanych w urządzeniu. Zamiast zestawu P1, R5, R7 można zamontować rezystor nastawczy lub odpowiednio dobrany rezystor dający najlepszy efekt.

Uruchamianie układu ogranicza się właściwie do sprawdzenia napięć stałych. Potrzebny do tego będzie zasilacz stabilizowany 12 V o minimalnej obciążalności i multimetr. Po sprawdzeniu poprawności montażu podłączyć zasilanie. Napięcie na wyprowadzeniu 8 US1 powinno wynosić około 12 V. Napięcia stałe na wyprowadzeniach 1, 3, 5, 7 powinno wynosić około 6 V.

Mając generator m.cz. i oscyloskop można sprawdzić przebieg sygnału i działanie regulacji. Wystarczy sprawdzić to praktycznie czyli odsłuchowo.

Żeby skorzystać z dobrodziejstw układu trzeba wpiąć się w tor akustyczny urządzenia (OTV czy OR). Najprościej można to zrobić w ampli tunerze posiadającym gniazdo do podłączania korektora. Rozłączyć należy tor akustyczny mię-



Rys. 3 Płytka drukowana i rozmieszczenie elementów

dzy przedwzmacniaczem a wzmacniaczem mocy, np. przez wylutowanie kondensatorów sprzęgających. Wejścia układu podłączyć do wyjść przedwzmacniacza a wyjścia do wejść wzmacniacza mocy. Połączenie można wykonać przewodami nieekranowanymi jeśli długość nie przekracza 10 cm i nie ma bezpośredniego oddziaływania pola zakłócającego. W przeciwnym przypadku zastosować przewody ekranowane.

Elementy obwodu regulacji można dobrać zgodnie z własnymi preferencjami. Zwiększenie rezystancji R5, R7 zmniejszy wzmocnienie przy P1 ustawionym na minimum rezystancji i zmniejszy maksymalne przenikanie sygnałów w przeciwnych fazach. Zmniejszy się zakres regulacji. Zwiększenie rezystancji potencjometru P1 zwiększy zakres regulacji w kierunku małego przenikania.

Wykaz elementów	
Półprzewodniki	
US1	– TL 082 (TL 072)
Rezystory	
R11	– 100 Ω/0,125 W
R9, R10	– 470 Ω/0,125 W
R5, R6	– 4,7 Ω/0,125 W
R7, R8	– 10 kΩ/0,125 W
R1÷R4	– 220 kΩ/0,125 W
P1	– 100 kΩ-A PR 185
Kondensatory	
C5	– 100 nF/63 V MKSE-20
C1, C2	– 220 nF/63 V MKSE-20
C3, C4	– 4,7 μF/25 V
C6	– 47 μF/16 V
Inne	
płytka drukowana numer 547	

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Płytki można zamawiać w redakcji PE.

Cena: płytka numer 547 – 2,50 zł + koszty wysyłki.

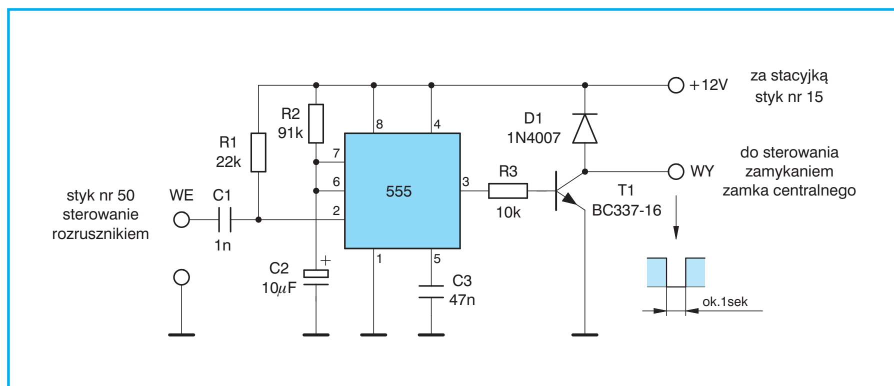
◊ *R.K.*

Blokada zamka centralnego w samochodzie

W naszych miastach rozpowszechniła się plaga kradzieży samochodowych. Bezradność złodziei i nieudolność Policji sprawiają, że amatorów cudzej własności jest coraz więcej. Kradzieże o których piszę polegają na wyciągnięciu teczki, torebki lub innych drobnych przedmiotów w czasie kiedy samochód stoi w korku lub przed czerwonym światłem na skrzyżowaniu. Jedną z metod zabezpieczenia się przed taką zuchwałą kradzieżą jest zablokowanie od wewnątrz drzwi, tak aby potencjalny złodziej nie mógł ich otworzyć.

Proponuję wykonanie prostego układziku sterowania zamkiem centralnym (jeżeli taki jest w naszym samochodzie) zamykającym automatycznie drzwi po uruchomieniu silnika. Schemat odpowiedniego układu przedstawiono na rysunku 1. Układ wytwarza krótki impuls zwierający wyjście do masy na ok. 1 sek. Czas ten jest wystarczający do zamknięcia zamka.

W układzie wykorzystano tajmer 555 pracujący jako przerzutnik monostabilny. Wejście wyzwalające (nóżka 2 US1) połączone jest na stałe z plusem zasilania przez rezystor R1. Do wejścia podłączony jest też kondensator C1 który łączy się z przewodem idącym ze stacyjki do rozrusznika. Przewód ten posiada standardową numerację 50. Jest on pod napięciem +12 V tylko podczas pracy rozrusznika. Po zakończeniu rozruchu silnika opadające zbocze (zanik napięcia) spowoduje wyzwolenie tajmera US1, który wygeneruje impuls o czasie trwania ok. 1 sekundy. To z kolei włączy tranzystor T1 i spowoduje automatyczne zaryglowanie zamka. Tak więc układ blokuje drzwi dopiero po uruchomieniu silnika.



Rys. Schemat ideowy automatycznej blokady drzwi

Wyjście urządzenia (kolektor T1) należy połączyć z przewodem sterującym zamykaniem zamka. Wytrzymałość prądowa tego wyjścia jest w pełni wystarczająca. Zasilanie układu zostało doprowadzone ze stacyjki (przewód numer 15) i pojawia się dopiero po przekręceniu kluczyka. Układ jest tak prosty, że można go zmontować „na pająka”, lub na kawałku uniwersalnej płytki drukowanej.

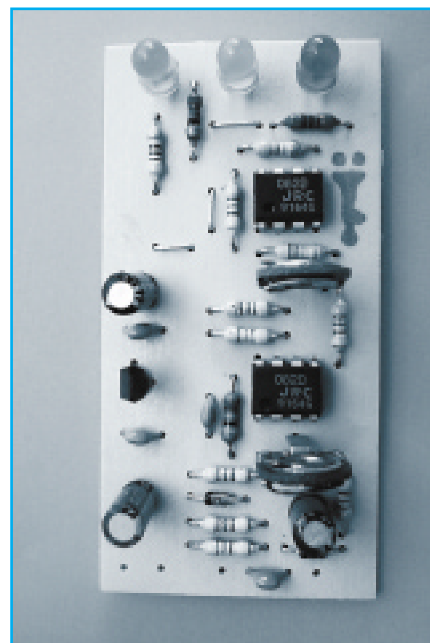
Automatyczną blokadę można jeszcze udoskonalić. W układzie przedstawionym na rysunku 1 istnieje groźba zamknięcia zamka w chwili gdy silnik zostanie uruchomiony przy otwartych drzwiach. Aby tego uniknąć wystarczy nóżkę 4 US1 połączyć z włącznikiem oświetlenia wnętrza. W czasie gdy drzwi są otwarte włącznik jest zwarty do masy. Czyli nóżka 4 US1 także będzie zwarta do masy zerując tajmer i niedopuszczając do wygenerowania impulsu.

Podobne rozwiązanie zastosowano w fabrycznym samochodzie. Tam jednak zamykanie zamka odbywa się dopiero po przekroczeniu prędkości ok. 10 km/godz.

Przy stosowaniu tego urządzenia warto pamiętać o tym aby jadąc w trasie poza miastem odblokowywać drzwi ręcznie, tak aby można je było otworzyć od zewnątrz. Jest to bardzo ważne przy wypadku kiedy to pomoc powinna mieć łatwy dostęp do wnętrza.

◊ ***Ryszard Janowski***

Wskaźnik ładowania i rozładowywania akumulatora



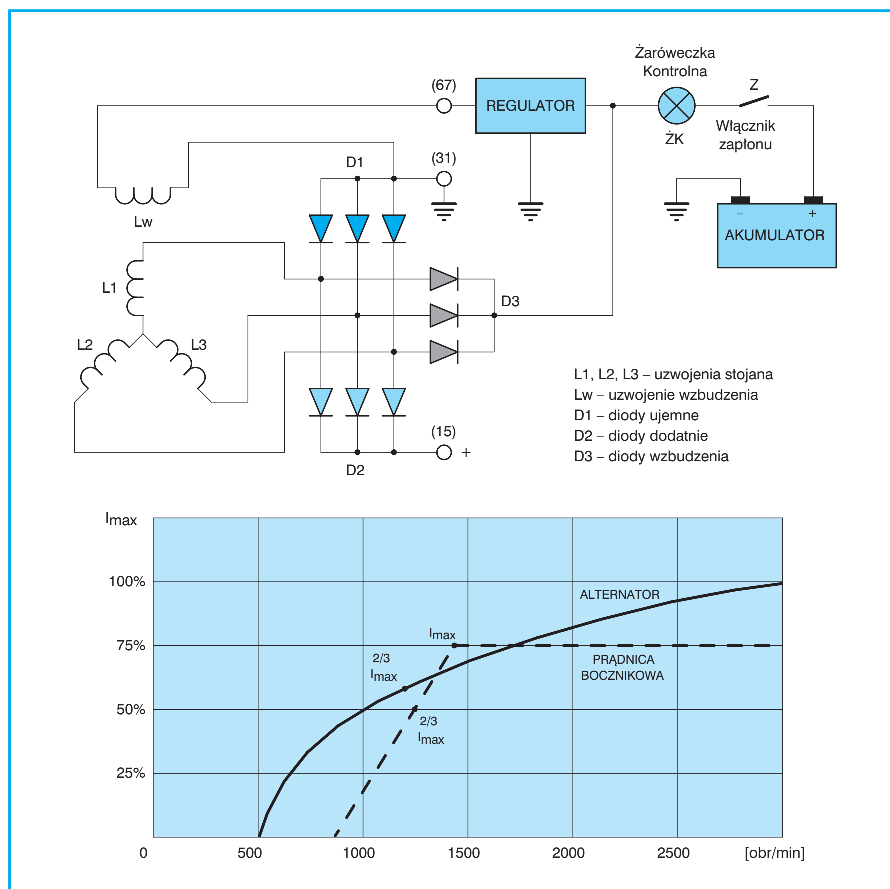
Choć słońce grzeje jeszcze mocno a dni są upalne, to już da się odczuć zbliżającą się jesień. Noce mimo upalnego dnia są coraz chłodniejsze. Niebo zaczynają pokrywać coraz grubsze warstwy chmur z których nierzadko pada deszcz. Pogoda będzie się teraz psuła z dnia na dzień. Jesienne i zimowe szarugi są prawdziwym wyzwaniem dla samochodowych źródeł prądu. Obciążenie instalacji elektrycznej jest znaczne. Podgrzewana elektryczna szyba pobiera ok. 200 W, pracujące wycieraczki potrzebują 50 W, a wentylator nagrzewnicy 40 W do tego trzeba jeszcze doliczyć 120 W na obowiązkowe światła. Razem daje to niebagatelną moc rzędu 400 W. Nie mówię tu o luksusowych samochodach z podgrzewaną przednią szybą, podgrzewanymi lusterkami i siedzeniami. Znaczny wzrost mocy pobieranej przez urządzenia elektryczne w stosunku do okresu letniego wymaga kontroli. Celowi temu służy opisany w artykule wskaźnik.

Jak już napisano we wstępie jesienią i zimą w samochodzie występuje wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną. Bezpośrednio odczuwalnym skutkiem większego zużycia prądu jest wzrost zapotrzebowania na paliwo. Ogólnie wiadomo, że samochody palą więcej zimą niż latem. Jedną z przyczyn jest konieczność produkowania większej ilości prądu. Urządzeniem do wytwarzania prądu w samochodzie jest alternator, czyli 3-fazowa prądnica prądu przemiennego. Ze względu na dużą liczbę wad obecnie nie stosuje się już prądnic prądu stałego. Upowszechnienie się alternatorów było możliwe dzięki wprowadzeniu diod półprzewodnikowych prostujących prąd zmienny. Wcześniejsze królowanie prądnic wynikało właściwie tylko z jednej zalety. Nie trzeba było prostować wytwarzanego przez prądnicę napięcia.

Lista zalet alternatora nad prądnicą jest długa, ale warto się z nią zapoznać:

- alternator oddaje już 25÷40 % mocy znamionowej przy obrotach biegu jałowego;
- umożliwia uzyskanie większej mocy wyjściowej;
- zużycie drogiej miedzi w alternatorze jest 2÷3 razy mniejsze niż w prądnicy;
- posiada większą żywotność i niezawodność, ograniczoną głównie wytrzymałością łożysk dochodzącą do 300÷500 tys. kilometrów przebiegu;
- korzystniejszy stosunek uzyskiwanej mocy na kilogram masy (rzędu 100÷200 W/kg) czyli 1,5 do 3 razy większy niż w przypadku prądnic;
- w alternatorze występuje samoczynne ograniczanie pobieranego prądu;
- alternator pozwala na zamontowanie w samochodzie akumulatora o mniejszej pojemności.

Jak zatem zbudowane jest to cudowne urządzenie? Alternator jest po prostu klasyczną trójfazową prądnicą synchroniczną. Składa się on z wirnika i stojana. Na stojanie nawinięte są trzy uzwojenia z których pobierany jest 3-fazowy prąd zmienny. Stojan zbudowany jest z pakietu blach podobnych jak w transformatorach sieciowych, wzajemnie od siebie odizolowanych. Blachy osadzone są w korpusie aluminiowym mieszczącym łożyska.



Rys. 1 Schemat elektryczny alternatora pracującego w układzie obcowzbudnym i charakterystyka obciążenia

Do wzbudzania alternatora stosuje się uzwojenie magnesujące nawinięte na wirniku o biegunach pazurowych. Zachodzące na siebie pazury mają przemienną biegunowość. Uzwojenie tworzy pojedynczą cewkę cylindryczną umieszczoną koncentrycznie względem wału. Uzwojenie wirnika jest zasilane prądem stałym doprowadzanym do wirnika za pośrednictwem dwóch pierścieni, po których ślizgają się szczotki. Brak komutatora zwiększa żywotność szczotek, gdyż na pierścieniach występuje znacznie mniejsze iskrzenie. Ponadto prąd wzbudzenia dostarczany do wirnika za pośrednictwem szczotek ma znacznie mniejszą wartość niż prąd wytwarzany przez alternator (ponad 10 razy). Te dwie cechy decydują o przewadze alternatora nad prądnicą.

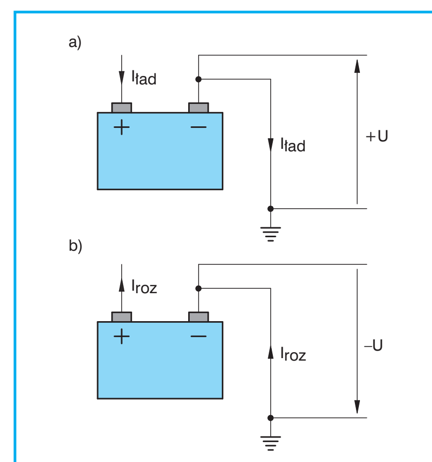
Uzwojenia twornika połączone są w gwiazdę, choć czasami w alternatorach większej mocy można spotkać połączenie w trójkąt (rys. 1). Trzy wyprowadzenia tak powstałego układu są połączone z trójfazowym, pełnokresowym mostkiem prostowniczym, umieszczonym na stojanie. Trzy diody napięcia dodatniego D2 posiadają anodę na obudowie i zamocowane są na radiatorze odizolowanym od metalowej obudowy alternatora. Natomiast diody ujemne D1 posiadają katodę na obudowie i połączone są elektrycznie z obudową alternatora.

Możliwe są dwa układy wzbudzania alternatora: obcowzbudny i samowzbudny. W olbrzymiej większości alternatorów stosuje się układ samowzbudny. W układzie samowzbudnym stosuje się trzy dodatkowe diody D3 o małym prądzie przewodzenia (rzędu 1÷3 A). Układ tych diod tworzy prostownik półokresowy zasilający uzwojenie wzbudzenia. W początkowym okresie wzbudzenia pod wpływem szczątkowego magnetyzmu wirnika w uzwojeniach alternatora indukuje się napięcie, które po wyprostowaniu przez diody wzbudzenia D3 przepływa przez uzwojenie wirnika powodując wzrost strumienia magnetycznego. Pociąga to za sobą wzrost indukowanego w alternatorze napięcia. Gdy wyprostowane napięcie osiągnie zadaną wartość do pracy włącza się regulator alternatora ograniczający prąd wzbudzenia i zmniejszający napięcie wyjściowe alternatora. Większość regulatorów działa impulsowo, ograniczając tym samym straty mocy. Włączanie i wyłączanie prądu wzbudzenia powoduje powstawanie przepięć i zakłóceń radioelektrycznych, które muszą być odpowiednio tłumione.

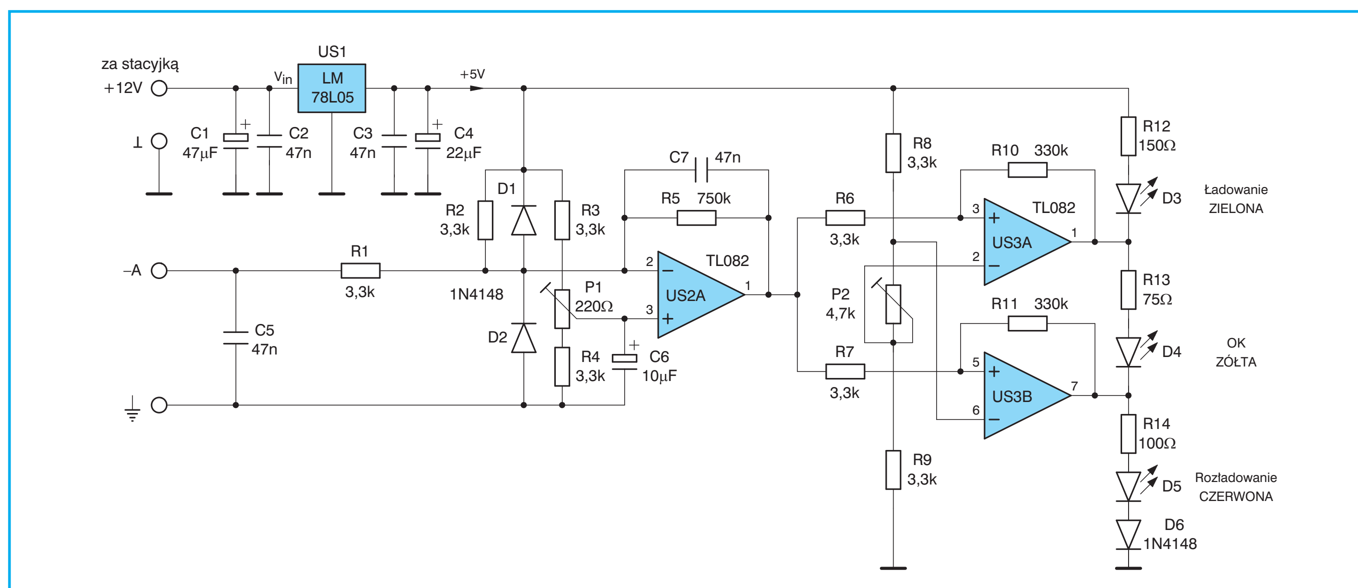
Na koniec tego krótkiego opisu można jeszcze dodać, że w początkowej fazie pracy alternatora przez uzwojenie wzbudzenia płynie niewielki prąd z akumulatora dostarczany za pośrednictwem żaróweczki kontrolnej ładowania akumulatora, która zapala się po włączeniu zapłonu. Poprawia to charakterystykę rozruchową alternatora powodując, że zaczyna on dostarczać moc przy niższych prędkościach obrotowych (rys. 1). W miarę wzrostu obrotów żaróweczka kontrolna zaczyna przygasać sygnalizując tym samym, że alternator dostarcza energię elektryczną.

Z reguły prędkość obrotowa alternatora jest około dwukrotnie większa od prędkości obrotowej wału korbowego silnika. W współczesnych alternatorach wszystkie opisane wyżej elementy znajdują się w jednej obudowie. Regulator jest z reguły zespolony z szczotkotrzymaczem, co jest uzasadnione bliskością połączeń i bardzo dużą żywotnością szczotek. Niezawodność elementów półprzewodnikowych sprawia, że elementem decydującym o czasie bezawaryjnej pracy alternatora są łożyska wirnika. Zbyt duży naciąg paska klinowego napędzającego alternator prowadzi do przedwczesnego zużycia łożysk. Natomiast zbyt mały naciąg paska powoduje jego ślizganie się, czemu towarzyszy charakterystyczny pisk którego natężenie jest szczególnie duże podczas zwiększania obrotów silnika.

Większość uszkodzeń alternatorów można wykryć w oparciu o wskazania lampki kontrolnej. W prawidłowo działającym alternatorze lampka powinna świecić się jasno po włączeniu zapłonu, gdy silnik



Rys. 2 Rozpływ prądu w instalacji elektrycznej podczas: a) ładowania akumulatora, b) rozładowywania akumulatora



Rys. 3 Schemat ideowy wskaźnika ładowania akumulatora.

nie pracuje. Po uruchomieniu silnika powinna po chwili zgasnąć nawet podczas pracy na biegu jałowym. Wszelkie odstępstwa od powyższych zachowań się lampki świadczą o uszkodzeniu w układzie alternatora.

Lampka kontrolna informuje kierowcę o poprawnej pracy alternatora. Natomiast nie mówi ona nic o bilansie prądu dostarczanego przez alternator i pobieranego przez układy elektryczne samochodu. Przyglądając się charakterystyce obciążenia alternatora można zauważyć, że jesienią i zimą, kiedy zapotrzebowanie na moc jest co najmniej o 400 W większe niż latem, moc dostarczana przez alternator przy prędkościach obrotowych silnika nie przekraczających 1500 obr/min jest mniejsza od mocy pobieranej z akumulatora. Zatem bilans mocy (prądu) może być ujemny. Oznacza to że układy elektryczne samochodu pobierają więcej prądu niż dostarcza alternator. Stan taki występuje zawsze przy pracy silnika na biegu jałowym, kiedy obroty są rzędu 700÷800 obr/min

Aby stwierdzić czy bilans prądu jest dodatni czy ujemny konieczny jest pomiar kierunku przepływu prądu przez akumulator. W sytuacji gdy alternator będzie dostarczał więcej prądu niż pobierają go włączone urządzenia elektryczne akumulator będzie się ładował. W przeciwnym wypadku akumulator będzie się rozładowywał pokrywając tym samym niedobór prądu. Ilustruje to rysunek 2. Ujemny biegun akumulatora podłączony jest grubym przewodem (plecioną taśmą) z masą samochodu. Mimo dużego przekroju przewodu połączeniowego podczas przepływu prądu zawsze pojawi się na nim niewielki spadek napięcia. Kierunek spadku napięcia będzie zależny od kierunku przepływu prądu.

Podczas ładowania akumulatora prąd „wpływa” przez zacisk dodatni i „wypływa” przez zacisk ujemny do masy. W takiej sytuacji zacisk ujemny akumulatora będzie miał potencjał nieco wyższy od potencjału masy samochodu. Natomiast gdy akumulator jest rozładowywany prąd płynie w kierunku przeciwnym. Wtedy, co wydaje się paradoksem, biegun ujemny akumulatora będzie miał potencjał niższy niż masa samochodu, będzie bardziej ujemny. W sprawnej instalacji samochodowej, gdy połączenie ujemnego zacisku akumulatora i masy samochodu z przewodem łączącym posiadają dobry kontakt elektryczny opisywany spadek napięcia jest niewielki i wynosi ok. 1÷5 mV przy prądzie 1,8 A, co odpowiada zapalonej żarówce o mocy 21 W (żarówka świateł stopu). Chcąc wykryć tak niewielki spadek napięcia niezbędne jest dołączenie niezmiernie czułego komparatora. Schemat takiego układu przedstawiono na rysunku 3.

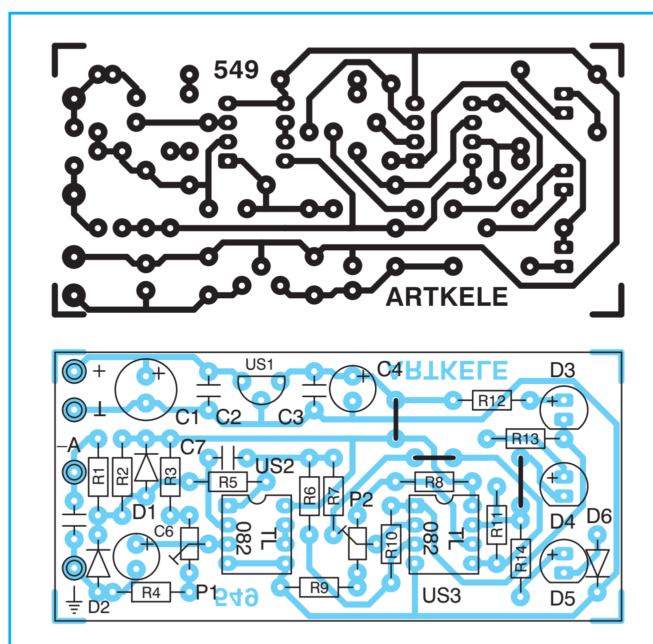
Układ wskaźnika zasilany jest napięciem stabilizowanym +5 V dostarczanym przez stabilizator małej mocy LM 78L05 (US1). Zapewnia to niezmienność warunków pracy całego urządzenia w szerokim zakresie napięć zasilania, począwszy od 7 V aż do 15 V. Stabilne napięcie zasilające jest bardzo ważne w tak czułym układzie. Mimo tego pomiar spadku napięcia odbywa się w układzie mostkowym uniezależniającym wynik pomiaru od zmian napięcia zasilania. Rezystory R3 i R4 tworzą jedną gałąź mostka pomiarowego z której za pośrednictwem potencjometru P1 napięcie jest doprowadzane do wejścia nieodwracającego wzmacniacza US2A. Kondensator C6 zabezpiecza układ przed zakłóceniami jakie mogą pojawić się w urządzeniu.

W skład drugiej gałęzi mostka wchodzą rezystory R1 i R2, których wspólne końce podłączone są do wejścia odwracającego wzmacniacza US2A. W szereg z rezystorem R1 włączane jest wejście układu do którego doprowadza się spadek napięcia z przewodu łączącego akumulator z masą. Obie górne gałęzie mostka zasilane są z tego samego napięcia. Ponadto obie dolne gałęzie mostka łączą się z tym samym punktem. Rezystancja wszystkich gałęzi jest w przybliżeniu jednakowa W takim układzie zmiany napięcia zasilającego i ewentualne zakłócenia pochodzące z zasilania i masy będą w jednakowym stopniu docierały do wejść wzmacniacza operacyjnego US2A nie wywołując żadnych skutków na jego wyjściu. Jedynym sygnałem który ma wpływ na wyjście układu jest spadek napięcia pojawiający się na przewodzie „pomiarowym”. Diody D1 i D2 zabezpieczają wzmacniacz przed ewentualnymi przepięciami. Zakłócenia impulsowe tłumi również kondensator C5.

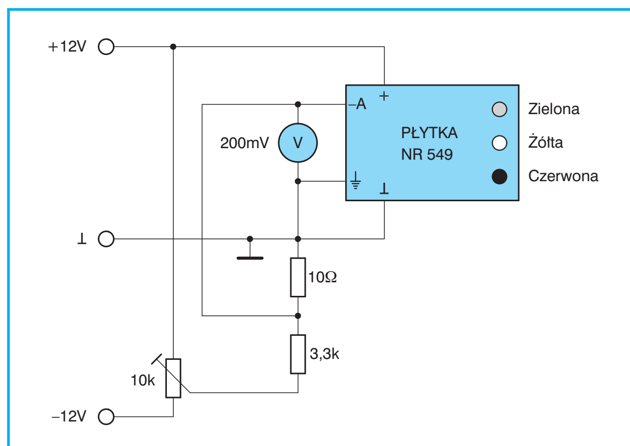
Wzmocnienie układu jest określone przez stosunek wartości rezystorów R5 i R1. Wynosi ono ok. 46 dB, czyli 200 V/V. Kondensator C7 ogranicza pasmo układu do 10 Hz. Potencjometr P1 umożliwia wyzerowanie układu, polegające na ustawieniu napięcia wyjściowego US2A na 2,5 V przy zwartych zaciskach wejściowych.

Za wzmacniaczem wejściowym umieszczono komparator okienkowy US3A i US3B. Napięcie referencyjne Wytwarzane jest przez dzielnik R8, P2, R9. Przy jednakowej wartości rezystorów R8 i R9 napięcie górne i dolne występujące na potencjometrze P2 jest symetryczne względem połowy napięcia zasilania. Równocześnie potencjometrem P2 można regulować w dość szerokim zakresie wartość tych napięć, nie naruszając symetrii. Dzięki temu łatwo jest ustawić czułość komparatora.

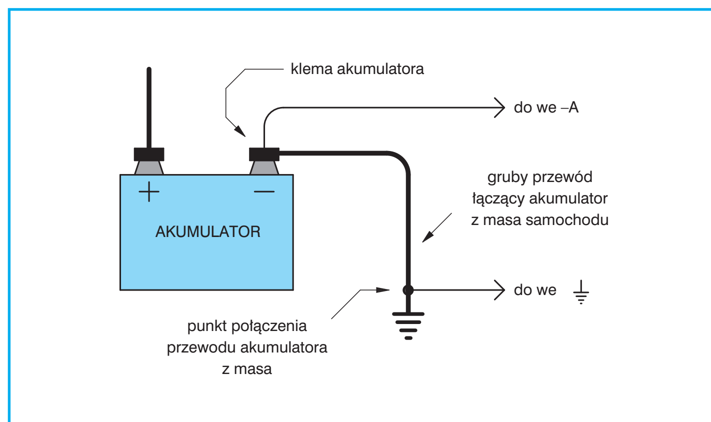
Napięcie z wyjścia US2A doprowadzono do wejść nieodwaracających układów US3A i US3B. Gdy napięcie na wyjściu US2A mieści się w przedziale pomiędzy górnym i dolnym napięciem referencyjnym wyjście komparatora US3A jest w stanie wysokim, a wyjście komparatora US3B w stanie niskim. Powoduje to zapalenie diody D4, sygnalizującej stan równowagi, czyli brak poboru prądu z akumulatora z dokładnością ok. 1,8 A. Podczas ładowania akumulatora napięcie na wyjściu US2A niższe od dolnego napięcia referencyjnego co spowoduje ustawienie wyjścia US3A w stan niski. Zapali się dioda D3 sygnalizująca ładowanie. Z kolei gdy akumulator jest rozładowywany napięcie na wyj-



Rys. 4 Płytka drukowana i rozmieszczenie elementów



Rys. 5 Schemat układu uruchomieniowego



Rys. 6 Schemat podłączenia układu wskaźnika do instalacji elektrycznej samochodu

ściu US2A przekroczy wartość górnego napięcia referencyjnego w efekcie czego komparator US3B zmieni stan wyjścia na wysoki i zapali się czerwona dioda D5.

Komparatory wyposażono w pętle histerezy wprowadzane przez rezystory R10 i R11. Dodatkowa dioda D6 eliminuje świecenie się diody D5 w sytuacji gdy na wyjściu US3B jest stan niski, który ze względu na stosunkowo duży prąd płynący przez diodę D4 ma wartość ok. 1,5 V. Ze względu na różne napięcia wyjściowe w stanie niskim i wysokim na wyjściach komparatorów konieczne było także zastosowanie różnych wartości rezystorów połączonych szeregowo z diodami świecącymi. W układzie powinno stosować się diody LED o dużej jasności świecenia, tak aby były one dobrze widoczne w świetle dziennym.

Montaż i uruchomienie

Układ całego wskaźnika mieści się na niewielkiej płytce drukowanej. Po zamontowaniu elementów wskazane jest sprawdzenie działania układu w domu na stole. Wiadomo jak ciężko usunąć jest jakieś uszkodzenia majstrując w samochodzie. Do uruchomienia niezbędny będzie prosty układ pomocniczy przedstawiony na rysunku 5.

Regulację rozpoczyna się od ustawienia potencjometrów P1 i P2 w pozycji środkowej. Następnie przy pomocy potencjometru w układzie uruchomieniowym ustawia się wskazania miliwoltomierza dołączonego do wejścia na 0,00 V. Mierząc napięcie na wyjściu wzmacniacza US2A potencjometrem P1 ustawia się napięcie wyjściowe na 2,5 V. W tym stanie powinna się świecić dioda żółta D4. Teraz kręcąc potencjometrem układu uruchomieniowego sprawdza się wartość napięcia przy której zapalają się diody D3 i D5. Dla potencjometru P2 ustawionego w pozycji środkowej progi powinny wynosić ok. +2,5 mV i –2,5 mV. Dopuszczalna jest niewielka odchyłka. Jeżeli wszystko działa tak jak powinno można przystąpić do montażu urządzenia w samochodzie.

Układ zasila się napięciem pobieranym za stacyjką, tak aby napięcie zasilania pojawiało się po przekręceniu kluczyka. Punkty z których doprowadza się plus i masę nie są istotne. Natomiast bardzo ważne jest dołączenie przewodów pomiarowych. Wejście oznaczone symbolem „–A" łączy się bezpośrednio do klemy akumulatora. Natomiast wejście oznaczone jako „masa" łączy się do punktu połączenia masy samochodu z przewodem biegnącym do klemy akumulatora. zilustrowano to na rysunku 6. Do połączenia można użyć przewodu klejonego lub lepiej ekranowanego (jednożyłowego). Żyłę wewnętrzną łączy się z klemą akumulatora i wejściem „–A", a ekran z punktem połączenia masy samochodu z przewodem biegnącym do klemy akumulatora i wejściem „masa" układu.

Następnie można wyregulować czułość wskaźnika. Po włączeniu zasilania, przy wyłączonych wszystkich odbiornikach prądu i zgaszonym silniku sprawdzamy czy świeci się dioda żółta. Następnie pomiędzy plus akumulatora a dowolny punkt masy samochodu (np. korpus silnika) włączamy żarówkę od świateł stopu (21 W). Potencjometrem P2 doprowadzamy do stanu w którym dioda D5 (czerwona) jest na granicy świecenia się. Jeżeli zakres regulacji będzie zbyt mały można próbować zmienić wartość rezystora R5 na większą. Po wykonaniu tych czynności można uruchomić silnik i sprawdzić czy zapala się dioda D3 (zielona). Teraz na obrotach biegu jałowego sprawdza się ile maksymalnie urządzeń elektrycznych można włączyć by nie dopuścić do rozładowywania akumulatora.

Na koniec życzę wszystkim zmotoryzowanym aby nigdy nie zabrakło im prądu w akumulatorze, a rozruch silnika przebiegał bez żadnych problemów.

Wykaz elementów	
Półprzewodniki	
US1	– LM 78L05
US2, US3	– TL 082
D1, D2, D6	– 1N4148
D3	– LED superjasna kolor zielony
D4	– LED superjasna kolor żółty
D5	– LED superjasna kolor czerwony
Rezystory	
R13	– 75 Ω/0,125 W
R14	– 100 Ω/0,125 W
R12	– 150 Ω/0,125 W
R1÷R4, R6÷R9	– 3,3 kΩ/0,125 W
R10, R11	– 330 kΩ/0,125 W
R5	– 750 kΩ/0,125 W
P1	– 220 Ω TVP 1232
P2	– 4,7 kΩ TVP 1232
Kondensatory	
C2, C3, C5, C7	– 47 nF/50 V
C6	– 10 μF/25 V
C4	– 22 μF/25 V
C1	– 47 μF/16 V
Inne	
płytka drukowana numer 549	

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Płytki można zamawiać w redakcji PE.

Cena: płytka numer 549 – 2,90 zł + koszty wysyłki.

◊ *mgr inż. Dariusz Cichoński*

Uniwersalna płytka zwrotnicy głośnikowej

Przedstawiamy przykłady zwrotnic głośnikowych, które można zrealizować na uniwersalnej płytce. Płytka umożliwia montaż zwrotnic trójdrożnych lub dwudrożnych. Zajmiemy się także badaniem impedancji głośnika lub zestawu oraz dostrajaniem filtrów zwrotnic.

Podstawowy układ zwrotnicy trójdrożnej

Zwrotnica trójdrożna, ze względu na swe skomplikowanie posłużyła jako podstawa do zaprojektowania uniwersalnej płytki drukowanej. Na płytce tej można montować inne rodzaje zwrotnic, zmieniając wartości elementów, eliminując zbędne lub zastępując je zworami. Schemat ideowy zwrotnicy przedstawia rys. 1.

Zwrotnica wykorzystuje filtry górno i dolnoprzepustowe o nachyleniu charakterystyki w paśmie zaporowym wynoszącym 12 dB. Filtr środkowo przepustowy został zrealizowany przez połączenie filtrów dolno przepustowego i górno przepustowego. Pozwala to na uzyskanie szerszego pasma częstotliwości niż w przypadku filtru rezonansowego i większą precyzję jak i niezależność ustalania dolnej i górnej częstotliwości granicznych.

Filtr dolnoprzepustowy realizują elementy L1, C1 i R1. Do wyjścia filtru dołączony będzie głośnik niskotonowy GN. Rezystor R1 nie jest elementem niezbędnym. Jego zadaniem jest zmniejszenie maksymalnego prądu płynącego przez dużą pojemność C1 podczas ładowania lub rozładowania tej pojemności przy niskich częstotliwościach i dużych amplitudach impulsów sygnału wyjściowego wzmacniacza. Wartość rezystancji R1 zazwyczaj wynosi 0,1 Ω. Dodatkowym jej zadaniem jest tłumienie głośnika niskotonowego przy dużej rezystancji indukcyjności L1. Niska częstotliwość graniczna wymaga stosowania dużej indukcyjności L1 a to wiąże się także z jej dużą rezystancją, rzędu nawet 0,5 ÷ 1 Ω. Jeśli nie przewidujemy montażu rezystora R1 należy zastąpić go zworą.

Filtr środkowo przepustowy złożony jest z filtru górno przepustowego C2, L2 i dolnoprzepustowego L3, C3. Filtr C2, L2 wyznacza dolną częstotliwość graniczną filtru środkowo przepustowego, która powinna być równa górnej częstotliwości granicznej filtru dolnoprzepustowego L1, C1. Z kolei górna częstotliwość graniczna filtru środkowo przepustowego jest ustalona wielkościami L3 i C3. Rezystor R2 przewidziany jest do wyrównania efektywności głośnika średniotonowego GS w stosunku do efektywności głośnika niskotonowego GN. W przypadku jednakowych efektywności obu głośników należy zastąpić go zworą. Zazwyczaj jego wartość wynosi kilka Ω. Filtr ten odwraca fazę sygnału wyjściowego i dlatego głośnik średniotonowy GS powinien być dołączony w fazie przeciwnej do sygnału wejściowego (zgodnie z oznaczeniami + i –).

Filtr górno przepustowy C4, L4 przeznaczony jest do dołączenia głośnika wysokotonowego GW. Jego częstotliwość graniczna powinna być równa górnej częstotliwości granicznej filtru środkowo przepustowego (L3, C3). Rezystory R3 i R4 tworzą dzielnik rezystancyjny zasilający głośnik wysokotonowy GW. Zadaniem dzielnika jest dopasowanie efektywności głośnika wysokotonowego do efektywności głośnika niskotonowego. Przykładowe wartości rezystorów dzielnika były podane w poprzednim numerze PE. Nie stosując dzielnika (przy jednakowych efektywnościach głośników) należy zamiast rezystora R3 zamontować zworę. Głośnik wysokotonowy GW podłączany jest w fazie zgodnej z sygnałem wejściowym.

Wartości indukcyjności i pojemności filtrów można obliczyć korzystając z wzorów lub określić z tabel podanych w PE8/2000. W końcowej części artykułu są podane przykładowe wartości elementów dla kilku wersji zwrotnic jakie można zrealizować korzystając z uniwersalnej płytki drukowanej zwrotnicy. Większość będzie przystosowana do głośników o impedancji 8 Ω i maksymalnej mocy sygnału wejściowego 100 VA. Wartości elementów zwrotnic zostaną podane w formie wykazu elementów. Poszczególne zwrotnice różnią się głównie częstotliwościami podziału filtrów.

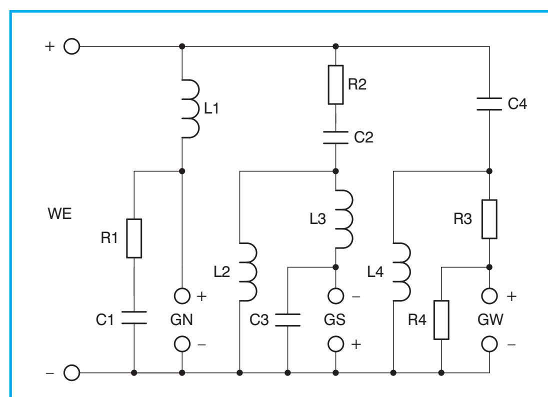
Zwrotnice dwudrożne nie będą posiadały filtru środkowo przepustowego. W jego miejsce można zamontować elementy służące do korygowania przebiegu impedancji zespołu zwłaszcza w obszarze przejściowym w pobliżu częstotliwości podziału. Najczęściej jest to szeregowy obwód rezonansowy z rezystancją rzędu 10 Ω.

Montaż i uruchomienie

Widok płytki drukowanej zwrotnicy przedstawia rys. 2, a na rys. 3 pokazane jest rozmieszczenie elementów. Płytka zwrotnicy została zaprojektowana specjalnie dla uzyskania jak największej szerokości ścieżek oraz możliwości montażu posiadanych elementów po wykonaniu dodatkowych otworów.

Płytkę należy wyposażyć w kontakty lutownicze, co umożliwi dołączanie przewodów po przykręceniu zwrotnicy do ścianki obudowy. Cewki, zwłaszcza te o większych wymiarach i masie powinny być przymocowane do płytki przez przykręcenie odpowiedniej długości śrubami M3, M4 albo za pomocą obejm. Metalowe elementy mocujące powinny być wykonane z mosiądzu lub innego metalu nie magnetycznego. Kondensatory należy zamontować tak aby opierały się o powierzchnię płytki. Dodatkowo można je przykleić silikonem. Rezystor R2 powinien być zamontowany na wysokości 5 mm nad płytką w sposób uniemożliwiający zmianę położenia po ewentualnym odlutowaniu wskutek nagrzania. Pozostałe rezystory zamontować pionowo odpowiednio kształtując ich wyprowadzenia.

Przy montażu zwrotnicy trójdrożnej należy połączyć przewodem o przekroju 1 mm^2 punkty zaznaczone na rys. 3 gwiazdkami (*). Ewentualne zwory wykonać



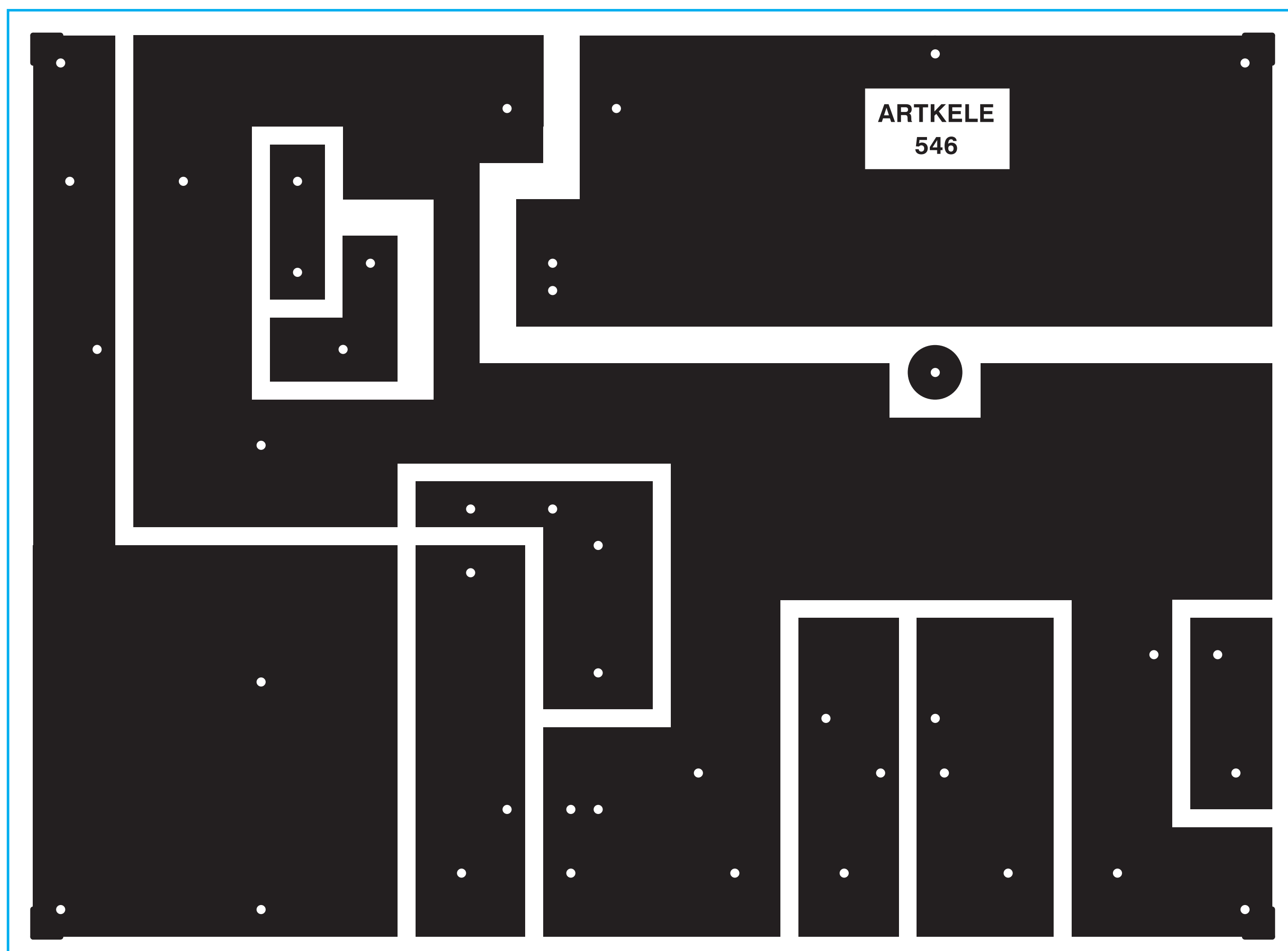
Rys. 1 Schemat ideowy zwrotnicy trójdrożnej

odcinkami srebrzanki lub obciętych wyprowadzeń o średnicy co najmniej 0,6 mm. Podłączenie zwrotnicy do zacisków zewnętrznych zespołu głośnikowego proponuję wykonać specjalnym przewodem symetrycznym przewidzianym do podłączania głośników, o przekroju 2,5 mm^2. Tym samym przewodem wykonać podłączenie głośników do kontaktów zwrotnicy. Głośnik wysokotonowy można podłączyć przewodem o mniejszym przekroju (nawet 1 mm^2). Podczas podłączania głośników i gniazda należy zwrócić uwagę na odpowiednie fazy.

Sam montaż i podłączanie są zabiegami prostymi – więcej problemów prawdopodobnie przysporzy wybór elementów. Wstępnie był opisany w poprzednim PE. Wprawdzie zwrotnice jak podałem przystosowane są do mocy znamionowej 100 VA można jednak spodziewać się szczytowej mocy rzędu 150 VA i dla takiej mocy podam wymagania dla elementów. Oczywiście można odpuścić z wymaganiami jeśli zamierzamy wykorzystać zwrotnicę przy mniejszej mocy.

Wielu czytelników może dziwić się jednostką woltamper [VA]. Jest to jednostka mocy pozornej uzyskiwanej przez pomnożenie wartości skutecznych prądu i napięcia (oczywiście dla prądu zmiennego). Takie wartości można zmierzyć za pomocą powszechnie dostępnych mierników (multimetrów). W szczególnym przypadku dla obciążenia rezystancyjnego jest ona równa tzw. mocy czynnej wyrażanej w watach [W]. Moc czynna jest iloczynem mocy pozornej i współczynnika mocy zależnego od przesunięcia fazy prądu względem napięcia ϕ. Współczynnik mocy to słynny cosϕ. Często potocznie nie rozróżnia się tych mocy i używa jednostki [W] przy mocy pozornej. Prawidłowym jest używanie jednostki [W] przy obciążeniu rezystancyjnym. Ponieważ głośniki i zespoły głośnikowe nie stanowią obciążenia rezystancyjnego dlatego właściwsze będzie używanie jednostki [VA].

Napięcie skuteczne wymagane do uzyskania mocy 100 W na rezystancji 8 Ω wynosi 28,3 V. Dla mocy 150 W wynosi 34,6 V. Wartość maksymalna napięcia może więc wynosić 48,8 V. Tak więc kondensatory zmienne stosowane w zwrotnicy powinny być przystosowane do napięcia zmiennego o wartości maksymalnej co najmniej 50 V. Przy takim napięciu zmiennym mogą pracować kondensatory elektrolityczne bipolarne na napięcie stałe około 130 V. Przy łączeniu szeregowym kondensatorów elektrolitycznych polarnych powinny to być kondensatory na napięcie stałe 63 V. Należy sprawdzić pojemność wypadkową takiego połączenia ze względu na duże tolerancje kondensatorów elektrolitycznych. Przy kondensatorach foliowych przyjmuje się, że amplituda składowej zmiennej napięcia może wynosić około 0,6 napięcia znamionowego – stałego. Tak więc kondensatory z dielektrykiem poliestrowym (KSE, MKSE, MKT) powinny być na napięcie stałe 100 V. Wykorzystując głośnik o impedancji 4 Ω, wartości napięć sterujących są dwa razy mniejsze. Dwukrotnie jednak wzrastają prądy. Kondensatory o wyższym napięciu mogą pracować z większymi prądami zmiennymi i dlatego



Rys. 2 Płytka drukowana

napięcia kondensatorów także w tym przypadku powinny być takie jak dla impedancji 8 Ω.

W przypadku indukcyjności najistotniejszym zagadnieniem jest uzyskanie jak najmniejszej rezystancji dla prądu stałego cewki filtru głośnika niskotonowego (L1). Cewka ta przepuszcza też zwykle największy prąd. Musi więc być nawinięta drutem o odpowiednio dużej średnicy. Wykonanie tej cewki jako powietrznej wiąże się z dużą ilością zwojów, a więc dużą rezystancją. Po zastosowaniu rdzenia można przy mniejszej ilości zwojów uzyskać żądaną indukcyjność i tym samym mniejszą rezystancję cewki. Rezystancję cewki można w prosty sposób sprawdzić omomierzem (multimetrem).

Wykonanie cewek jest dość kłopotliwe. Po obliczeniu zacząć trzeba od znalezienia lub wykonania karkasu. Karkas można wykonać przez sklejenie z płyt tworzywa sztucznego, laminatu, preszpanu itp. Można wykorzystać karkasy od starych transformatorów i innych cewek. Wymagane jest sprawdzanie indukcyjności wykonanych cewek i dlatego niezbędne jest zaopatrzenie się w miernik indukcyjności, a przynajmniej wypożyczenie.

Do wykonania cewek o dużej indukcyjności polecam karkas uzwojenia anodowego i rdzeń ferrytowy transformatora wyjściowego odchylania pionowego TVL-30, od starych odbiorników telewizyjnych. Oczywiście należy wtedy zapewnić szczelinę między połówkami rdzenia wynoszącą co najmniej 2 mm. Zmieniając wielkość szczeliny możn a dokładnie ustalić indukcyjność cewki. Przykładowo dla uzyskania indukcyjności 5 mH należy nawinąć 180 zwojów drutu nawojowego w emalii o średnicy 1 mm. Indukcyjność 2,4 mH uzyska się po nawinięciu 130 zwojów takiego samego drutu.

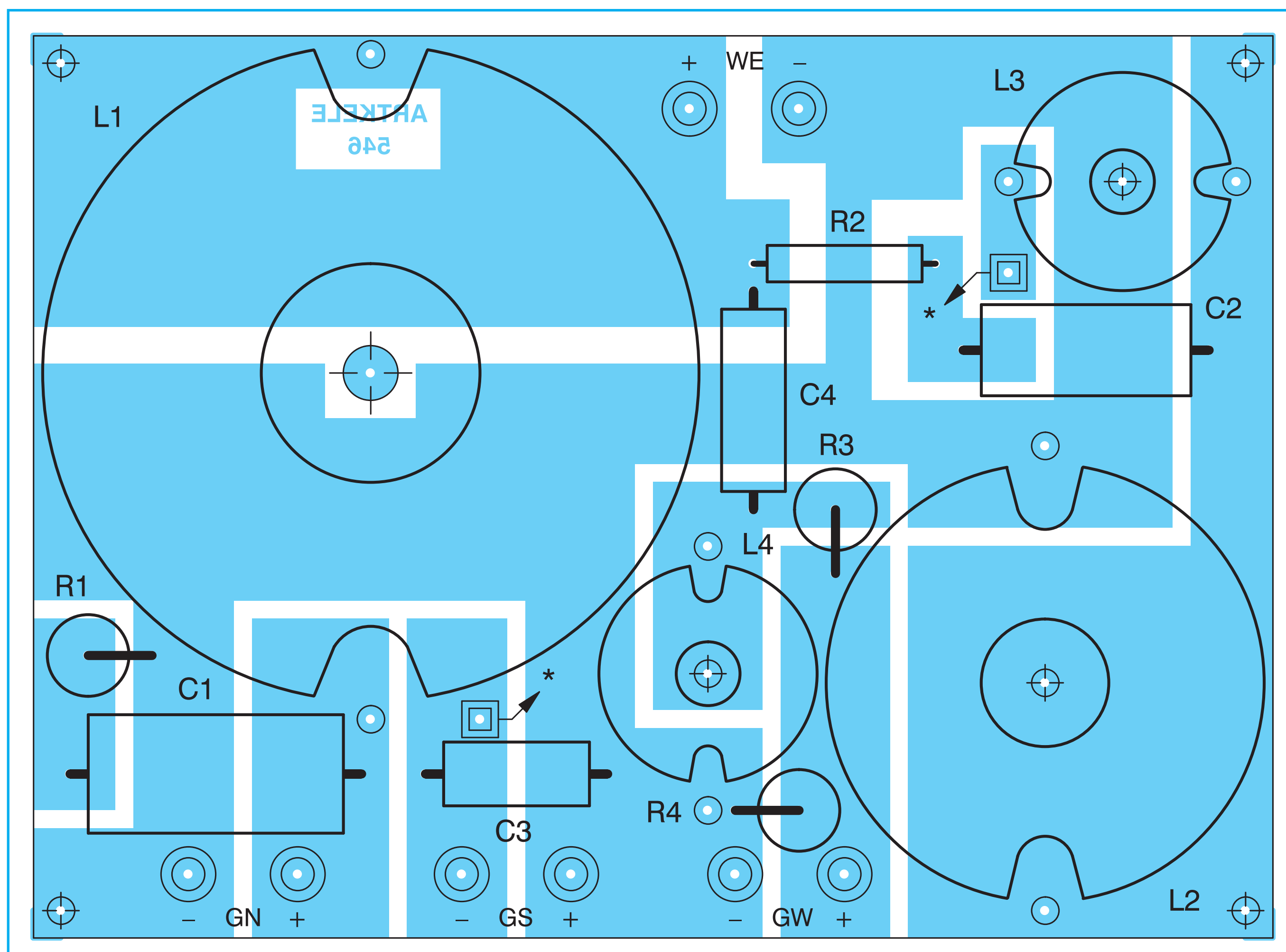
Cewki powietrzne wymagają większej ilości zwojów. Na karkasie o średnicy wewnętrznej 25 mm i szerokości uzwojenia 40 mm dla uzyskania indukcyjności 5 mH należy nawinąć 420 zwojów drutu nawojowego o średnicy 1,2÷1,5 mm. Indukcyjność 3 mH uzyska się po nawinięciu 320 zwojów.

Dla nawijania cewek o indukcyjności mniejszej od 2 mH można wykorzystać karkas o średnicy wewnętrznej 25 mm i szerokości uzwojenia 25 mm. Indukcyjność 1 mH wymaga nawinięcia 200 zwojów drutu nawojowego o średnicy 1 mm. Ilości zwojów dla innych indukcyjności można znaleźć pamiętając, że indukcyjność jest proporcjonalna do kwadratu ilości zwojów (z^2).

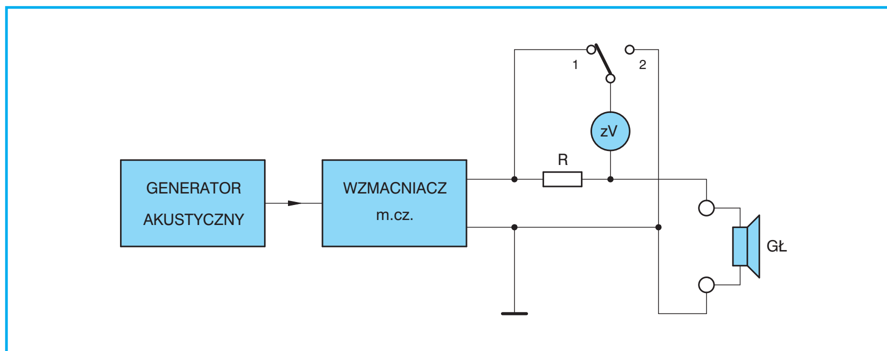
Wyprowadzenia cewek o długości dostosowanej do montażu wykonać z jednej strony karkasu po przeciwnych stronach obwodu uzwojenia. Podczas nawijania zapewnić odpowiedni zapas kilku cm drutu nawojowego na każde wyprowadzenie.

Przed podłączeniem zestawu głośnikowego ze zwrotnicą zaprojektowaną i wykonaną we własnym zakresie, do wzmacniacza wskazane jest sprawdzenie przebiegu modułu impedancji zestawu w całym zakresie odtwarzanych częstotliwości (20÷20000 Hz). Do tego celu proponuję układ pomiarowy według rysunku 4.

Układ składa się z generatora akustycznego, wzmacniacza m.cz. o małej rezystan-



Rys. 3 Rozmieszczenie elementów



Rys. 4 Układ do pomiaru impedancji

cji wyjściowej, rezystora R i woltomierza napięcia zmiennego (multimetru). Wzmacniacz m.cz powinien mieć pasmo przenoszenia od 20 Hz do 20 kHz. Moc wyjściowa nie musi być duża – rzędu kilku W. Zwracam uwagę na możliwość uszkodzenia głośników przy zbyt dużej mocy. Zwłaszcza dotyczy to głośnika wysokotonowego. Moce doprowadzane do zestawu nie powinny przekraczać następujących wartości w odniesieniu do jego mocy znamionowej:

1. $0,5 \cdot P_{max}$ do 1500 Hz,
2. $0,1 \cdot P_{max}$ do 7000 Hz,
3. $0,02 \cdot P_{max}$ powyżej 7000 Hz.

Rezystancja R służy do pomiaru prądu. Jej wartość powinna wynosić kilka Ω (praktyczna wartość R to 1 Ω). Woltomierz V w pozycji 1 mierzy spadek napięcia na rezystancji R (U_1). Podzielenie tego napięcia przez rezystancję daje wielkość prądu doprowadzanego do głośnika lub zestawu GŁ. W pozycji 2 mierzone jest napięcie na zaciskach głośnika (U_2). Moduł impedancji Z obliczymy z prawa Ohma.

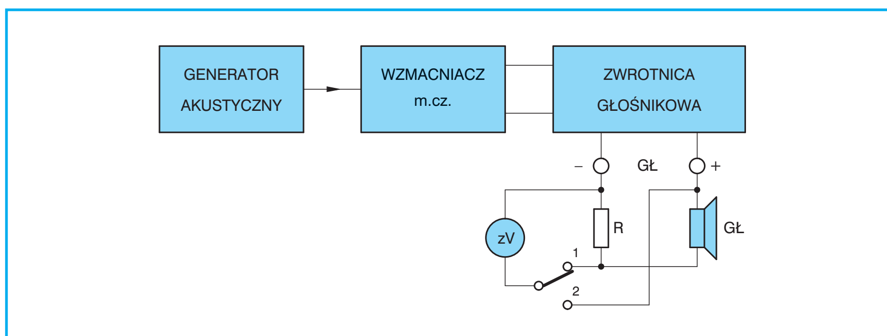
$$Z = \frac{U}{I} = \frac{U_2 \cdot R}{U_1}$$

Zwracam uwagę na fakt, że multimetry mają problemy z prawidłowością wskazań w całym zakresie akustycznym. Wskazany byłby specjalny woltomierz m.cz. lub w ostateczności do pomiaru napięć można użyć oscyloskopu.

Moduł impedancji nie powinien spaść w całym paśmie do połowy impedancji znamionowej, ani też wzrosnąć w paśmie do 5 kHz dwukrotnie. Charakterystyczny jest wzrost impedancji dla częstotliwości rezonansowej głośnika niskotonowego. W przypadku obudowy z otworem można spodziewać się dwóch maksimów impedancji w pobliżu częstotliwości rezonansowej głośnika.

Jak już wcześniej podawałem, wzory obliczeniowe filtrów zwrotnic nie uwzględniają właściwości głośników. Zakłada się, że głośnik ma charakter rezystancyjny. Wartości podane w tabelkach uwzględniają już indukcyjności i pojemności głośników w sposób przybliżony. Elementy zwrotnicy można dokładnie dostroić do posiadanych głośników korzystając z układu z rysunku 5.

Układ sterujący składa się także z generatora i wzmacniacza m.cz. Obowiązują uwagi podane przy pomiarze impedancji. Pomiar napięcia i prądu posłuży do obliczenia mocy pozornej doprowadzanej do głośników. Niezbędna będzie ingerencja do wnętrza zestawu. Układ pomiarowy (rezystor R i woltomierz napięcia) zmiennego należy włączyć między głośnik a odpowiednie wyjście zwrotnicy. Rezystancja R powinna być jak najmniejsza, aby nie zmieniać impedancji głośnika. Wskazana wartość to 0,1 Ω. Moc pozorną obliczymy z następującego wzoru:



Rys. 5 Układ dostrajania zwrotnicy

$$S = U \cdot I = U_2 \frac{U_1}{R} = \frac{1}{R} \cdot U_1 \cdot U_2$$

Napięcie U_1 mierzone jest w pozycji 1 przełącznika jako spadek napięcia na rezystorze R proporcjonalny do prądu płynącego przez głośnik. U_2 mierzone w pozycji 2 to napięcie na zaciskach głośnika.

Pomiary i regulacje wykonuje się kolejno dla głośników niskotonowego, średniotonowego i wysokotonowego oraz dla filtrów od najmniejszej do największej częstotliwości granicznej. Dobierając elementy reaktancyjne (L lub C) należy uzyskać dwukrotne zmniejszenie mocy doprowadzonej do głośnika dla częstotliwości granicznej, w odniesieniu do mocy w środku pasma przepustowego.

Ostatecznym sprawdzianem jest jednak odsłuch i zadowolenie z dobrze wykonanej pracy, czego życzę wszystkim adeptom domowej elektroakustyki.

Wykaz elementów

Zwrotnica trójdrożna – 400/4500 Hz

Rezystory	
R1	– 0,1 Ω/5 W
R2	– 1,5 Ω/10 W
R3	– 2,7 Ω/5 W
R4	– 20 Ω/5 W
Kondensatory	
C1, C2	– 33 μF
C3, C4	– 3,3 μF
Inne	
L1, L2	– 5 mH
L3, L4	– 0,4 mH
płytka drukowana numer 546	

Zwrotnica trójdrożna – 800/5000 Hz

Rezystory	
R1	– 0,1 Ω/5 W
R2	– 1,8 Ω/10 W
R3	– 2,2 Ω/5 W
R4	– 18 Ω/5 W
Kondensatory	
C1, C2	– 15 μF
C3, C4	– 2,7 μF
Inne	
L1, L2	– 2 mH
L3, L4	– 0,4 mH
płytka drukowana numer 546	

Zwrotnica trójdrożna – 1500/6300 Hz

Rezystory	
R1	– zwora
R2	– zwora

Zwrotnica trójdrożna – 1500/6300 Hz cd.	
Rezystory cd.	
R3	– zwora
Kondensatory	
C1, C2	– 10 μF
C3, C4	– 2,2 μF
Inne	
L1	– 1 mH
L4	– 0,6 mH
płytka drukowana numer 546	

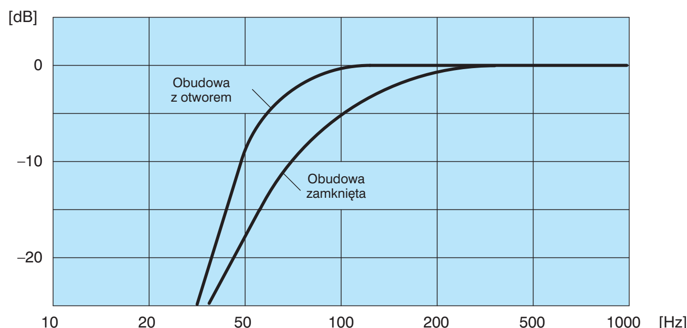
Zwrotnica dwudrożna – 2000 Hz	
Rezystory	
R1	– 0,1 Ω
R3	– 2,2 Ω
R4	– 18 Ω
Kondensatory	
C1	– 10 μF
C4	– 6,8 μF
Inne	
L1	– 2 mH
L4	– 1 mH
płytka drukowana numer 546	

Zwrotnica dwudrożna 3000 Hz	
Rezystory	
R1	– 0,1 Ω
R3	– 2,2 Ω
R4	– 18 Ω
Kondensatory	
C1	– 4,7 μF
C4	– 3,9 μF
Inne	
L1	– 1 mH
L4	– 0,6 mH
płytka drukowana numer 546	

Zwrotnica dwudrożna 5000 Hz	
Rezystory	
R1	– zwora
R3	– 3,3 Ω
Kondensatory	
C1	– 3,3 μF
C4	– 2,7 μF
Inne	
L1	– 0,4 mH
L4	– 0,3 mH
płytka drukowana numer 546	

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Płytki można zamawiać w redakcji PE.

Cena: płytka numer 546 – 21,80 zł + koszty wysyłki.



Rys. 2 Charakterystyki częstotliwościowe obudowy zamkniętej i rezonansowej

Odpowiedzi i poprawki

„Głośnikowe" artykuły spotkały się z dużym zainteresowaniem Czytelników. Niestety nie uda mi się odpowiedzieć na wszystkie pytania. Wiele z nich wynikało z niedokładnego przeczytania poprzednich artykułów.

Jedno z pytań dotyczyło wzorów do projektowania filtrów o nachyleniu 18 dB. Otóż można sobie poradzić korzystając z wzorów dla filtrów o nachyleniu 12 dB. Filtr o nachyleniu 18 dB można uzyskać przez złożenie dwóch gałęzi filtru 12 dB.

Filtry składowe w przypadku filtru dolno przepustowego powinny mieć w gałęzi szeregowej indukcyjności a w gałęzi równoległej pojemności. Składa się dwa filtry pojemnościami. Pojemność wypadkowa będzie dwa razy większa od pojemności składowych.

Tabela 3 – Obudowa duża (>100 l), $Q_l=10$

Q_{ts}	a	b	h
0,25	4,46	2,02	1,61
0,26	4,04	1,93	1,55
0,27	3,67	1,84	1,49
0,28	3,34	1,76	1,44
0,29	3,04	1,69	1,40
0,30	2,77	1,62	1,35
0,31	2,52	1,55	1,31
0,32	2,30	1,49	1,27
0,33	2,10	1,43	1,23
0,34	1,91	1,37	1,20
0,35	1,74	1,31	1,17
0,36	1,59	1,26	1,14
0,37	1,45	1,21	1,11
0,38	1,31	1,16	1,08
0,39	1,19	1,11	1,06
0,40	1,08	1,06	1,03
0,41	0,98	1,02	1,01
0,42	0,88	0,98	0,99
0,43	0,79	0,94	0,97
0,44	0,72	0,90	0,94

Filtr górno przepustowy złożymy z filtrów, które w gałęzi szeregowej mają pojemność a w gałęzi równoległej indukcyjność. Składamy je indukcyjnościami. Indukcyjność wypadkowa będzie dwa razy mniejsza od indukcyjności składowych.

Wiele zapytań dotyczyło nieprawidłowych danych w Tabeli 3 podanej w PE 7/2000. Podaję teraz właściwą Tabelę 3 a wszystkich czytelników przepraszam za zaistniałą niedokładność.

Także w PE7/2000 jest nieprawidłowy rys. 2 przedstawiający porównanie charakterystyk częstotliwościowych obudowy zamkniętej i rezonansowej. Charakterystyka obudowy zamkniętej została przerwana – górny łuk tej charakterystyki powinien być przesunięty w dół do styku z dolnym odcinkiem (o 5 dB). Obydwa błędy powstały w końcowym etapie przygotowania pisma do druku. Poniżej zamieszczono poprawiony rysunek 2

Jako literaturę uzupełniającą proponuję książkę pt. Głośniki i zespoły głośnikowe, A. Witort, WKŁ, Warszawa, 1976.

◊ **R.K.**

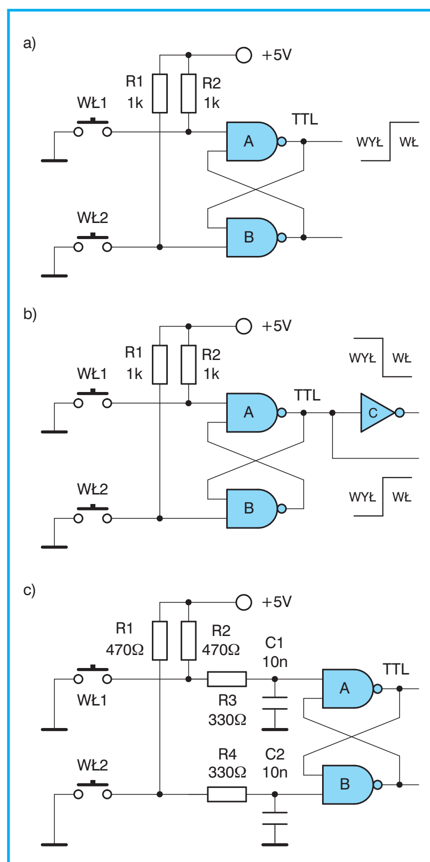
Sprostowanie do przestrajania zakresu UKF tunerów AS-952 i AS-946

Do artykułu (PE 6/2000) wkradła się istotna pomyłka dotycząca sposobu „poinformowania" mikrokomputera o zmianie zakresu UKF z OIRT (65,5÷73 MHz) na CCIR (87,5÷108 MHz). Wręcz odwrotnie niż podano, należy połączyć nóżki 6 i 7. Czyli nóżkę 6 należy połączyć do masy a nie do +5 V. W nowszych wersjach płytki tunera do tego celu jest przewidziana zwora Z65. Zworę tę należy przelutować, aby łączyła wyprowadzenia 6 i 7 układu IC106 (MAB8049H).

Przepraszam czytelników za pomyłkę i jednocześnie dziękuję za zwrócenie uwagi.

Pomysłu układowe przełącznik bistabilny

Czasami w urządzeniu jest niezbędne zastosowanie przełącznika bistabilnego, czyli takiego, który ma dwa stabilne stany włączenia i wyłączenia. Można do tego celu zastosować klasyczny mechaniczny przełącznik, ale nie wszędzie jest to możliwe. Czasami konstrukcja całego urządzenia wymusza stosowanie jak najmniejszych przełączników tzw. mikrołączników. Wyjściem z takiej sytuacji jest zbudowanie przełącznika elektronicznego. Klasycznym układem jest przerzutnik RS wykonany z bramek NAND (rys. 1a). Zwarcie styków włącznika WŁ1 powoduje ustawienie wyjścia bramki A w stan niski, czemu towarzyszy stan wysoki na wyjściu bramki B. Odwrotnie zwarcie styków WŁ2 wywołuje stan niski na wyjściu bramki B a wysoki na wyjściu bramki A. Należy zauważyć, że dla poprawności działania układu nie mają znaczenia odbicia styków w chwili załączania i rozłączania WŁ1 i WŁ2.

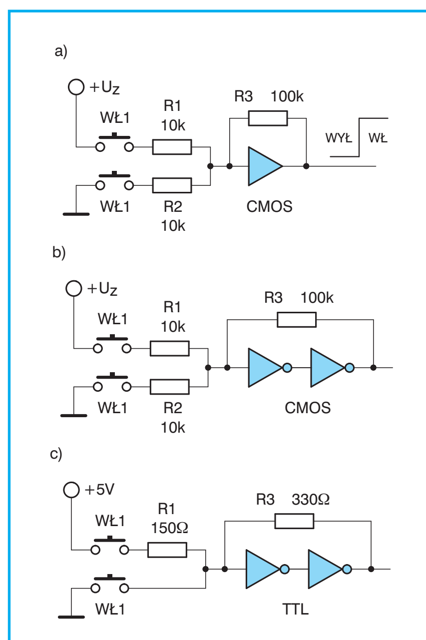


Rys. 1 Schemat włącznika bistabilnego z wykorzystaniem przerzutnika RS: a) wersja klasyczna, b) wersja z dodatkowym negatorem, c) wersja odporna na zakłócenia

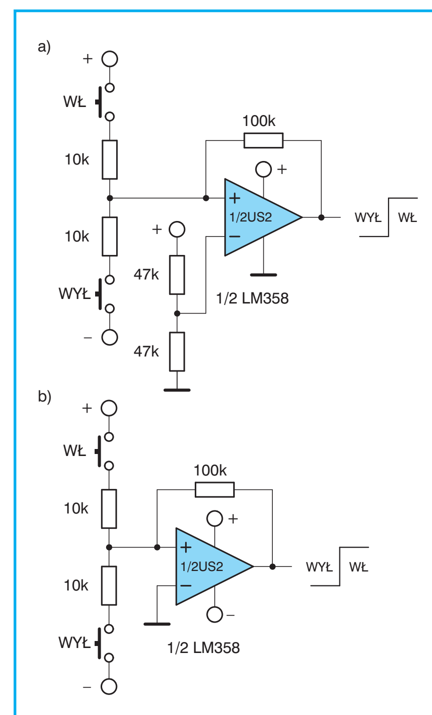
Wadą tego rozwiązania jest sytuacja w której zostaną zwarte styki w obu włącznikach. Wtedy na obu wyjściach wystąpi stan wysoki. Jeżeli korzysta się tylko z jednego wyjścia nie stanowi to problemu. Jeżeli potrzebne jest wyjście proste i zanegowane można uniknąć tej przykrej sytuacji stosując dodatkowy negator dołączony do jednego z wyjść.

Jeżeli pomiędzy przełącznikami a układem bramek NAND poprowadzono długie przewody układ staje się podatny na zewnętrzne impulsy zakłócające. W takim przypadku zalecane jest zastosowanie układu całkującego R3, C1 i R4, C2 (rys. 1c) i bramek Schmitta. Podane na schemacie wartości rezystorów dotyczą układów TTL.

Stosując układy CMOS serii CD 4000 przerzutnik bistabilny można wykonać jeszcze inaczej. Wystarczy zwykły wzmacniacz (bufor) (rys2. a) lub dwa szeregowo połączone inwertery (rys. 2b). Zwarcie włącznika WŁ1 spowoduje doprowadzenie jedynki logicznej do wejścia układu. Na jego wyjściu pojawi się taki sam stan. Dodatnie sprzężenie zwrotne wprowadzone rezystorem R3 pozwoli ten stan utrzymać po rozwarciu styków włącznika WŁ1. Podobnie zwarcie włącznika WŁ2 poda na wejście zero logiczne, które zostanie podtrzymane.



Rys. 2 Przełącznik bistabilny z wykorzystaniem: a) buforów CMOS, b) negatorów CMOS, c) negatorów TTL



Rys. 3 Przełącznik bistabilny z wykorzystaniem wzmacniaczy operacyjnych zasilanych: a) napięciem pojedynczym, b) napięciem symetrycznym

Rezystory R1 i R2 zapobiegają zwarciu napięcia zasilania w przypadku równoczesnego naciśnięcia obu włączników. Jeżeli oba włączniki zostaną wciśnięte równocześnie to stan wyjściowy nie ulegnie zmianie. Co prawda dzielnik napięcia R1 i R2 doprowadza napięcie równe połowie napięcia zasilania, ale wpływ rezystora R3 „przeciągnie" wypadkowe napięcie na swoją stronę.

Warto wspomnieć, że powyższy układ może też zostać zrealizowany w technice TTL, która wymaga przepływu prądu po stronie wejść bramki. Przykład takiego rozwiązania podano na rysunku 2c. Zmniejszając znacznie wartości rezystorów i usuwając rezystor R2 osiąga się zamierzony efekt. Ta wersja podczas wciśnięcia obu przełączników równocześnie będzie zawsze wystawiała stan niski na swoim wyjściu.

Jeszcze inną modyfikację poprzedniego układu zamieszczono na rysunku 3. W tym przypadku funkcję bufora pełni wzmacniacz operacyjny. Zasada działania układu jest taka sama jak poprzednio. Pierwsza wersja (rys. 3a) zasilana z pojedynczego źródła napięcia wymaga wstępnego spolaryzowania wejścia odwracającego wzmacniacza. Natomiast gdy wzmacniacz zasilany jest napięciem symetrycznym wystarczy wejście nieodwracające połączyć z masą.

◊ ***Redakcja***

Generator przestrajany napięciem na częstotliwości akustyczne

Przeglądając katalog w poszukiwaniu danych wzmacniacza operacyjnego natknąłem się na ciekawy układzik, który przedstawię poniżej. Jest to generator przestrajany napięciem tzw. VCO, pracujący na częstotliwościach akustycznych. Ciekawostką wyróżniającą to rozwiązanie jest fakt, że zastosowano w nim rezystory o identycznej wartości. Aż dziw bierze, że można zbudować, jakby nie patrzeć, dość skomplikowany układ w oparciu o jeden rezystor.

Generator wytwarza przebieg prostokątny i trójkątny i zasilany jest pojedynczym napięciem. Częstotliwość pracy zależy od napięcia wejściowego U_{we}. Zależność ta jest liniowa. Dobierając odpowiednio niektóre elementy można w dość szerokim zakresie zmieniać zakres generowanych częstotliwości.

Działanie generatora oparto na cyklicznym ładowaniu i rozładowywaniu kondensatora C1 (kompensacji ładunku). Załóżmy, że napięcie na wyjściu wzmacniacza operacyjnego US1B jest niskie. W takim przypadku tranzystor T1 jest zablokowany. Napięcie doprowadzone do wejścia sterującego powoduje przepływ prądu, którym ładowany jest kondensator C1. W tym czasie napięcie na wyjściu wzmacniacza US1A opada liniowo. Jest to klasyczny układ całkujący. Zmniejszanie się napięcia wyjściowego US1A trwa tak długo, aż osiągnie ono wartość napięcia na wejściu nieodwracajacym wzmacniacza US1B pracującego jako komparator. Próg przerzutu dla wartości rezystorów podanych na schemacie wynosi 1/3 napięcia zasilania.

W chwili gdy komparator zmieni stan wyjścia na wysoki włączony zostaje tranzystor T1 pełniący rolę klucza. Wtedy przez rezystor R3 zaczyna płynąć prąd rozładowujący kondensator C1. Wartość rezystora R3 jest dokładnie dwa razy mniejsza niż rezystora R1. Zatem przez R3 płynie prąd dwukrotnie większy. Połowę tego prądu stanowi prąd rezystora R1, a drugą połowę prąd rozładowywania kondensatora C1. Zatem napięcie na wyjściu układu całkującego rośnie w takim samym tempie jak w czasie ładowania C1.

Cykl ten trwa aż do czasu gdy napięcie na wyjściu US1A osiągnie wartość 2/3 napięcia zasilania. Taki bowiem próg wyznacza dzielnik R5, R6, R7. Po zmianie stanu komparatora na niski cały cykl powtarza się. Tak więc amplituda napięcia trójkątnego dostępnego na wyjściu US1A wynosi 1/3 napięcia zasilania z środkiem przypadającym na połowę tego napięcia. Amplituda przebiegu prostokątnego dostępnego na wyjściu komparatora zbliżona jest do napięcia zasilania. Dzielnik rezystancyjny R2 i R4 spełnia funkcję wstępnej polaryzacji wejścia wzmacniacza całkującego.

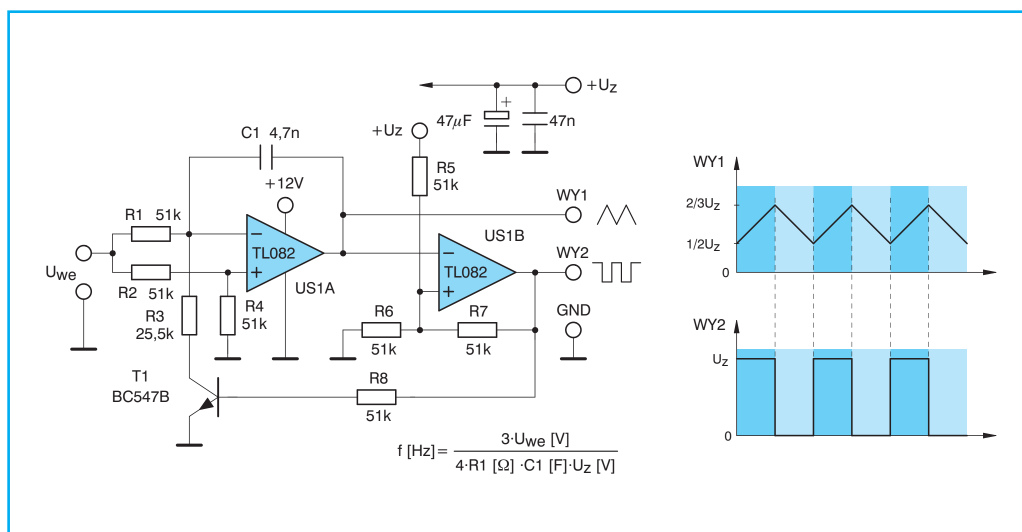
Liniowość zmiany częstotliwości w funkcji napięcia liniowego można oszacować na poziomie poniżej 1%. Natomiast wejściowy zakres napięć sterujących powinien obejmować zakres od 5 V do $2\cdot(U_z-1{,}5\ V)$. Można zmienić typ wzmacniacza operacyjnego na przykład na OP 07 wtedy zakres napięć wejściowych poszerzy się od dołu do 2 V, a od góry pozostanie taki sam. Zakres napięć zasilania jest szeroki począwszy od +12 V do 30 V. Należy zwrócić uwagę, że częstotliwość pracy zależy od napięcia zasilającego.

Chcąc uzyskać lepsze rezultaty zamiast wzmacniacza operacyjnego US1B należy zastosować komparator. Dalsze polepszenie parametrów układu możliwe jest przez zastąpienie klucza tranzystorowego kluczem analogowym np. CD 4066. Wskazane jest wtedy równoległe połączenie czterech kluczy aby zmniejszyć wypadkową rezystancję włączenia. Można też w miejsce tranzystora T1 wstawić tranzystor MOSFET z kanałem n małej mocy.

Ponieważ rezystor R3 powinien mieć wartość dwukrotnie mniejszą od wartości rezystora R1, najwygodniej jest zastosować jako R3 dwa równoległe połączone rezystory o tej samej wartości jak R1.

Generator dobrze pracuje w zakresie częstotliwości akustycznych w obszarze do 10 kHz. Można zwiększyć zakres pracy do 20 kHz ale wtedy niezbędny jest komparator w miejsce US1B. Do obliczenia częstotliwości pracy można posłużyć się wzorem podanym na schemacie ideowym (rys. 1). Napięcie zasilające generator musi być obowiązkowo stabilizowane, od jego wartości zależy częstotliwość generacji. Układ pobiera prąd nie przekraczający 15 mA.

Niedawno jeden z moich znajomych zapytał się w jaki sposób obliczam układy elektroniczne. Nie jest to takie trudne jak się na pierwszy rzut oka wydaje. Pierwszym krokiem, jeżeli posiadamy już schemat ideowy, jest dokładne przeanalizowanie jak to działa. Z tego względu w Praktycznym Elektroniku tak szczegółowo



Rys. 1 Schemat generatora przestrajanego napięciem

opisujemy wszystkie układy. Ma to na celu wyrobienie u stałych czytelników nawyku „elektronicznego” sposobu myślenia. Drugi krok to proste, czasami trudniejsze wzorki matematyczne, których wyprowadzenie z reguły pomijamy. Dziś dla pewnej odmiany przedstawię skąd bierze się wzór na częstotliwość pracy opisanego wcześniej generatora. Choć układ zaczerpnąłem z aplikacji wzmacniaczy operacyjnych wzór wyprowadziłem sam, gdyż podany w katalogu wydawał mi się błędny. Tak prawdę mówiąc był on dobry, lecz zawiodła mnie intuicja i umiejętność szybkiego szacowania oczekiwanych wyników. Przystąpmy zatem do dzieła, które wymaga matematyki trochę wyższej. Tak więc dalszą część polecam tylko wytrwałym i dociekliwym Czytelnikom.

Napięcie na wyjściu integratora idealnego maleje liniowo w funkcji czasu. Wartość napięcia wyjściowego zależy od wartości rezystora R1, pojemności kondensatora C1, napięcia wejściowego U_{IN} i czasu całkowania t. Dla uproszczenia R1 i C1 będą dalej zapisywane jako R i C. Zależność ta opisana jest wzorem:

$$U_{wy} = -\frac{1}{RC}\int_0^t U_{IN}(t)\,dt + U_p \qquad [1]$$

U_p to początkowa wartość napięcia wyjściowego w chwili t=0. Powyższy wzór można też oczywiście wyprowadzić, lecz łatwiej jest go znaleźć w książkach poświęconych wzmacniaczom operacyjnym (układom całkującym). Napięcie wyjściowe wzmacniacza operacyjnego US1A zmienia się od 2/3 U_z do 1/3 U_z, co opisano wcześniej. Proszę zwrócić uwagę jak niezbędna jest wcześniejsza analiza układu. Zatem wartość napięcia początkowego U_p będzie wynosiła 2/3 U_z, a interesująca nas końcowa wartość napięcia wyjściowego U_{wy} osiągnąć ma 1/3 U_z. Zatem wzór [1] po obliczeniu prostej całki oznaczonej i podstawieniu U_p i U_{wy} przyjmie postać:

$$\frac{1}{3}U_z = -\frac{1}{RC}U_{IN}\cdot t + \frac{2}{3}U_z \qquad [2]$$

Po prostych przekształceniach otrzymujemy:

$$-\frac{1}{3}U_z = -\frac{1}{RC}U_{IN}\cdot t \qquad [3]$$

skąd obliczamy interesujący nas czas t w jakim przebiega całkowanie:

$$t = \frac{RC}{3}\cdot\frac{U_z}{U_{IN}} \qquad [4]$$

Teraz jedno ważne wyjaśnienie. Napięcie U_{we} doprowadzone do wejścia układu jest dwukrotnie mniejsze niż napięcie U_{IN} podawane w powyższych wzorach. Dzieje się tak za prostą przyczyną spolaryzowania wejścia nieodwracającego wzmacniacza napięciem równym połowie napięcia wejściowego U_{we}. Należy pamiętać, że napięcie na obu wejściach idealnego wzmacniacza operacyjnego jest sobie równe, a całkowanie i napięcie wyjściowe odbywa się względem napięcia odniesienia doprowadzonego do wejścia nieodwracającego. Choć tu jest ono zmienne i zależy od napięcia wejściowego to obliczenia przeprowadzamy dla dowolnej, ale w całym okresie stałej wartości napięcia wejściowego U_{IN}=const, stąd zresztą ten prosty wynik obliczania całki oznaczonej. Zatem do wzoru [4] można podstawić 1/2 $U_{we}=U_{IN}$. Cały czas kłania się nam analiza działania układu. Zatem otrzymujemy kolejny wzór:

$$t = \frac{RC}{3}\cdot\frac{2\cdot U_z}{U_{we}} \qquad [5]$$

Otrzymaliśmy zatem wzór na czas całkowania napięcia wejściowego w jedną stronę. Całkowity czas jednego okresu generatora T będzie dwukrotnie większy, gdyż teraz nastąpi drugie identyczne całkowanie powodujące przeładowanie kondensatora C w drugą stronę (ponownie analiza działania układu). Można więc zapisać:

$$T = 2\frac{RC}{3}\cdot\frac{2\cdot U_z}{U_{we}} \qquad [6]$$

Biorąc pod uwagę, że częstotliwość f jest odwrotnością okresu T przebiegu po uporządkowaniu otrzymuje się podany wcześniej prosty wzór końcowy:

$$f = \frac{3}{4RC}\cdot\frac{U_{we}}{U_z} \qquad [7]$$

Prawda że proste, no może po odrobinie wysiłku intelektualnego, który czasami przydaje się do przewietrzenia szarych komórek. Proszę zapamiętać tylko jedno: podstawą wszelkich rachunków jest właściwe zrozumienie działania układu. Powyższe obliczenia są dla matematyka trywialne (jak zwykle mawiają matematycy), lecz wątpię czy matematyk obliczy częstotliwość pracy generatora nie wiedząc jak on działa i jakie zjawiska w nim zachodzą.

◊ ***mgr inż. Dariusz Cichoński***

Pierwsza płyta CD-PE1 Praktycznego Elektronika

Pierwsza płyta CD-PE1 Wydawnictwa ARTKELE zawierająca ponad 2000 stron z 65 archiwalnych numerów PE z lat 1992÷1997 zapisanych w formacie Portable Document File (PDF). Tego jeszcze nie było !!!

Olbrzymie kompendium wiedzy w zakresie praktycznych zastosowań elektroniki. Opisy, aplikacje, urządzenia, nietypowe rozwiązania, jeden styl.

Na płycie CD-ROM znajduje się również baza artykułów PE (w formacie html) oraz wiele programów i narzędzi użytecznych w pracowni elektronika.

Oto jakie min. programy znajdziecie na płycie CD-PE:

– Protel 99 Second Edition (nowość !!!)
– Protel Manuals
– Protel 99
– Protel 99 Service Pack 1
– Protel Power Tool Pack 99
– PSpice ver. 8.0
– EDWin ver. 1.6
– LabWindows®/CVI™
– LabWindows Manuals
– Topanga SchematicMaker
– PADS ver. 4.09
– WinLog ver. 1.0
– CircuitMaker ver. 2.5
– WinDraft Schematic Capture
– WinBoard PCB Layout
– TinyCAD
– PCB Developer's Individual Assistant
– FaiSyn Automatic Filter Synthesizer ver. 2.2
– AIM-Spice
– ISISch
– AresPCB
– EMCFiltr
– Qcad
– Scooter-PCB
– Oscilloscope for Windows ver. 2.51
– Easytrax 2.06
– AT90S (AVR) Family Assembler and Simulator ver. 1.21
– AVR Studio version 1.45
– Microchip MPLAB ver. 4.00
– CCS PIC C compiler
– Internet Explorer 5.0 PL
– Adobe Acrobat 4.0

oraz wiele, wiele innych

Wszystkie programy w wersjach: freeware, shareware, trial, eval lub demo.

Płyty można zamawiać na kartach pocztowych, faksem lub e-mailem. Cena płyty CD-PE jest równa 30 zł + koszty wysyłki.

Chcąc obniżyć koszty zakupu płyty o 10% należy zamówienie składać na kuponie prenumeraty wpłacając na konto Wydawnictwa ARTKELE kwotę 34,00 zł (kwota ta pokrywa koszt płyty i wysyłki). Na kuponie należy w tym przypadku postawić krzyżyk w kratce z napisem CD-PE1. Równocześnie na tym samym kuponie można zamówić prenumeratę na kolejne kwartały roku 2000. Nie przyjmujemy już zamówień prenumeraty na pierwsze półrocze br.



Odcinek dla poczty

zł...................... gr........................

....groszy
słownie złotych jak wyżej

....
imię i nazwisko (firma)

....
ulica / numer domu

☐☐-☐☐☐
kod pocztowy

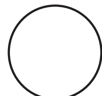
....
miejscowość (poczta)

na rachunek:

A R T K E L E
ul. Jaskółcza 2/5
65-001 Zielona Góra

WBK S.A. II O/Zielona Góra
10901636-102847-128-0100-01

Datownik



Pobrano opłatę
zł.......... gr............

....
podpis przyjmującego

Odcinek dla posiadacza rachunku

zł...................... gr........................

....groszy
słownie złotych jak wyżej

....
imię i nazwisko (firma)

....
ulica / numer domu

☐☐-☐☐☐
kod pocztowy

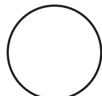
....
miejscowość (poczta)

na rachunek:

A R T K E L E
ul. Jaskółcza 2/5
65-001 Zielona Góra

WBK S.A. II O/Zielona Góra
10901636-102847-128-0100-01

Datownik



Pobrano opłatę
zł.......... gr............

....
podpis przyjmującego

Odcinek dla wpłacającego

zł...................... gr........................

....groszy
słownie złotych jak wyżej

....
imię i nazwisko (firma)

....
ulica / numer domu

☐☐-☐☐☐
kod pocztowy

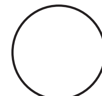
....
miejscowość (poczta)

na rachunek:

A R T K E L E
ul. Jaskółcza 2/5
65-001 Zielona Góra

WBK S.A. II O/Zielona Góra
10901636-102847-128-0100-01

Datownik



Pobrano opłatę
zł.......... gr............

....
podpis przyjmującego

Imię | Nazwisko
ul./os. | Ulica (miejscowość, wieś) | Numer domu / posesji
Kod pocztowy | Poczta (miejscowość)

Wszystkie dane personalne wpisać literami drukowanymi

Wytnij i naklej na kartę pocztową (wysyłka karty pocztowej kosztuje mniej niż wysyłka listu, a nam ułatwia pracę).

Płytki

Numer		Ilość
	szt.	
	szt.	
	szt.	
	szt.	
	szt.	
	szt.	
	szt.	
	szt.	
	szt.	
	szt.	

Czasopisma

Numer/rocznik		Ilość
/	szt.	
/	szt.	
/	szt.	
/	szt.	
/	szt.	
/	szt.	

Kserokopie

Numer płytki

W przypadku zamawiania kserokopii artykułów prosimy o podanie numeru płytki drukowanej zamieszczonej w tym artykule. Jeżeli w artykule występują dwie płytki należy podać tylko numer jednej z nich.
W rubryce UWAGI można wpisywać:
– nazwy programów, zamawianych układów,
– oznaczenia obudów, folii, zestawów itp.

Uwagi:..

Wykaz dostępnych numerów archiwalnych:

3/1992, 8, 11, 12/95, 3, 4, 6, 8÷10, 12/1996, 5/1998 (wszystkie w cenie 3,00 zł)

3, 4, 6, 8÷12/1999 (wszystkie w cenie 3,60 zł)

9, 11, 12/1999, 1÷5/2000 (wszystkie w cenie 4,40 zł)

6÷8/2000 (wszystkie w cenie 4,80 zł)

Ten kupon można wyciąć i wysłać faksem: fax (całą dobę) (068) 324-71-03.

Zamawiam prenumeratę:

praktyczny Elektronik

wybrany okres prenumeraty, lub zamówienie płyty CD-PE1 zaznaczyć krzyżykiem

Płyta CD-PE1 34,00 zł	IV kwartał 2000r. 14,40 zł

Cena 1 egzemplarza wraz z kosztami wysyłki – 4,80 zł, cena CD-PE1 z kosztami wysyłki – 34,00 zł

Prenumerata to: bezpośrednie do domu, niezawodne i terminowe dostawy Praktycznego Elektronika

Pamiętaj! Pomyśl o tym już dziś!

kupon ważny do 20.09.2000r.

Zamawiam prenumeratę:

praktyczny Elektronik

wybrany okres prenumeraty, lub zamówienie płyty CD-PE1 zaznaczyć krzyżykiem

Płyta CD-PE1 34,00 zł	IV kwartał 2000r. 14,40 zł

Cena 1 egzemplarza wraz z kosztami wysyłki – 4,80 zł, cena CD-PE1 z kosztami wysyłki – 34,00 zł

Prenumerata to: bezpośrednie do domu, niezawodne i terminowe dostawy Praktycznego Elektronika

Pamiętaj! Pomyśl o tym już dziś!

kupon ważny do 20.09.2000r.

Zamawiam prenumeratę:

praktyczny Elektronik

wybrany okres prenumeraty, lub zamówienie płyty CD-PE1 zaznaczyć krzyżykiem

Płyta CD-PE1 34,00 zł	IV kwartał 2000r. 14,40 zł

Cena 1 egzemplarza wraz z kosztami wysyłki – 4,80 zł, cena CD-PE1 z kosztami wysyłki – 34,00 zł

Prenumerata to: bezpośrednie do domu, niezawodne i terminowe dostawy Praktycznego Elektronika

Pamiętaj! Pomyśl o tym już dziś!

kupon ważny do 20.09.2000r.

Katalog Praktycznego Elektronika
Głośniki produkcji TONSIL S.A. cz. 2

Głośniki wysokotonowe kopułkowe

	Parametry podstawowe					Parametry cewki			Magnes			Częstot.		Wymiary	
Model	**Z**	**F**	**P_{max}**	**P_{nom}**	**E**	**Re**	**h**	**Dc**	**D×h**	**m**	**B**	**Fs**	**Fp**	**D1**	**D2**
	[Ω]	[Khz]	[W]	[W]	[dB]	[Ω]	[mm]	[mm]	[mm]	[g]	[T]	[kHz]	[kHz]	[mm]	[mm]
GDWK 3,5/20	5,5	4÷20	40	20	84	4,8	3	10	27×5	8,4	0,68	–	5,0	–	–
GDWK 6,5/10	4	4÷20	25	10	91	3,6	2	13	36×7	30	0,8	–	5,0	54	66
GDWK6,5/10	8	4÷20	25	10	93	6,7	1,8	13	36×7	30	0,8	–	7,5	54	66
GDWK 7/50	8	4÷20	100	50	89	6,3	1,3	18	5×50×8	63	1	–	7,0	60	79
GDWK 7/50/12	8	4÷20	100	50	89	6,3	1,3	18	5×50×8	63	1	–	7,0	60	79
GDWK 7/50/19	8	4÷20	100	50	89	6,3	1,3	18	5×50×8	63	1	2,4	7,0	60	79
GDWK 8/50	8	4÷20	100	50	89	6,3	1,3	18	5×50×8	63	1	2,4	7,0	53	67
GDWK 8,5/50	8	4÷20	100	50	89	6,3	1,3	18	5×50×8	63	1	2,4	7,0	60	74
GDWK 9/80	4	4÷20	160	80	89	2,9	3	25	70×10	150	1,16	–	4,8	80	100
GDWK 9/80/1	4	4÷20	160	80	90	2,9	2,9	25	70×10	150	1,10	1,1	4,8	80	100
GDWK 9/80/1	8	4÷20	160	80	90	6,3	1,9	25	70×10	150	1,16	1,1	4,8	80	100
GDWK 9/80/2	4	4÷20	160	80	93	2,9	2,9	25	70×10	150	1,10	1,1	4,8	80	100
GDWK 9/80/2	8	4÷20	160	80	92	6,3	1,9	25	70×10	150	1,16	1,1	4,8	80	100
GDWK 9/80/3	8	4÷20	160	80	87	6,3	1,9	25	65×10	126	0,95	1,1	4,8	80	100
GDWK 9/80/5	8	4÷20	160	80	91	6,3	1,9	25	65×10	126	0,95	1,1	4,8	80	100
GDWK 9/80/6	8	4÷20	160	80	94	6,3	1,9	25	70×10	160	1,16	1,1	4,8	70	100
GDWK 9/80/14	8	4÷20	160	80	89	6,3	1,9	25	70×10	150	1,16	1,1	4,8	80	100
GDWK 9/120	8	4÷20	160	120	94	6,3	1,9	25	70×15	230	1,29	1,2	4,8	80	100
GDWK 9/120/12F	8	4÷20	160	120	90	6,3	1,9	25	70×10	160	1,16	1,2	4,8	80	100
GDWK 10/80	8	4÷20	160	80	90	6,3	1,9	25	70×15	230	1,29	–	4,8	77	88
GDWK 10/80T	8	4÷20	160	80	90	6,3	1,9	25	70×15	230	1,16	–	4,8	70	88
GDWK 10/80T	15	4÷20	160	80	90	12	2,5	25	70×15	230	1,16	–	4,8	70	88
GDWK 10/80/3	8	4÷20	160	80	90	6,3	1,9	25	70×15	230	1,29	–	4,8	77	88
GDWK 10/80/6	8	4÷20	160	80	90	6,3	2,0	25	70×15	230	1,29	–	4,8	77	88
GDWK 10/80/7	8	4÷20	160	80	90	6,3	2,0	25	70×15	230	1,29	–	4,8	77	88
GDWK 10/80/8	8	4÷20	160	80	90	6,3	1,9	25	70×15	230	1,29	–	4,8	77	88
GDWK 11/100	8	4÷20	160	80	89	6,3	1,9	25	70×15	230	1,16	–	4,8	70	98
GDWK 8÷11/120	8	2÷20	160	120	90	6,3	1,9	25	65×10	120	1,08	1,2	4,8	65	90×62
GDWK 8÷11/120	15	2÷20	160	120	89	12	1,9	25	65×10	120	1,08	1,2	4,8	65	90×62
GDWK 8÷12/120	8	2÷20	160	120	89	6,3	1,9	25	65×10	120	1,08	1,2	4,8	65	58×96
GDWK 8÷13/120	8	2÷20	160	120	90	6,3	1,9	25	70×10	160	1,16	1,2	4,8	74	62×94

Głośniki wysokotonowe tubowe

	Parametry podstawowe					Parametry cewki			Magnes			Częstot.		Wymiary	
Model	**Z**	**F**	**Pmax**	**Pnom**	**E**	**Re**	**h**	**Dc**	**D×h**	**m**	**B**	**Fs**	**Fp**	**D1**	**D2**
	[Ω]	[kHz]	[W]	[W]	[dB]	[Ω]	[mm]	[mm]	[mm]	[g]	[T]	[kHz]	[kHz]	[mm]	[mm]
GDWT 9/70/1	8	4÷16	160	80	100	6,3	2,7	25	65×10	126	1,16	1,7	4,5	65	92
GDWT 9/80	4	4÷14	160	80	102	2,9	3,0	25	70×10	160	1,16	1,6	4,5	70	92
GDWT 9/80	8	4÷14	160	80	100	6,3	1,9	25	70×10	160	1,16	1,6	4,5	70	92
GDWT 9/80/5F	4	4÷20	200	80	100	2,9	1,8	25	70×15	230	1,16	–	4,5	70	100
GDWT 9/80/5F	8	4÷20	200	80	100	6,3	1,8	25	70×15	230	1,29	–	4,5	70	100
GDWT 10/80	4	4÷14	130	80	101	2,9	3,0	25	70×10	150	1,16	–	4,5	70	86
GDWT 10/80	8	4÷14	130	80	100	6,3	1,9	25	70×10	150	1,16	–	4,5	70	86
GDWT 10/80 F	4	4÷14	160	80	100	2,9	3,0	25	70×10	150	1,16	–	4,5	70	86
GDWT 12÷19/100	8	4÷20	200	100	102	6,3	1,8	25	70×15	230	1,29	–	4,5	95×172	100×162
GDWT 1219/150	8	4÷20	200	150	103	6,3	1,8	25	83×15	360	1,35	–	4,5	95×172	100×162

Głośniki wysokotonowe z membraną stożkową

	Parametry podstawowe					Parametry cewki			Magnes			Częstot.		Wymiary	
Model	Z	F	Pmax	Pnom	E	Re	h	Dc	D×h	m	B	Fs	Fp	D1	D2
	[Ω]	[kHz]	[W]	[W]	[dB]	[Ω]	[mm]	[mm]	[mm]	[g]	[T]	[kHz]	[kHz]	[mm]	[mm]
GDW 4/10	4	4÷20	25	10	90	3,6	2,0	13	36×7	30	0,8	–	5,0	–	–
GDW 4/10	8	4÷20	25	10	92	6,7	1,8	13	36×7	30	0,8	–	7,5	–	–
GDW 5/40/5	8	3÷20	80	40	91	6,7	1,8	13	39×9	36	0,8	–	6,0	45	60
GDW 5/40/6	4	3÷20	80	40	90	3,6	3,0	13	36×7	30	0,77	–	6,0	45	70
GDW 5/40/6	8	3÷20	80	40	89	6,7	3,0	13	36×7	30	0,77	–	6,0	45	70
GDW 7/15	4	3÷20	30	15	94	3,6	2,0	13	45×8	48	1,0	–	3,0	68	–
GDW 7/15	8	3÷20	30	15	94	6,7	1,8	13	45×8	48	1,0	–	3,0	68	–
GDW 7/15	15	3÷20	30	15	94	13,7	2,5	13	45×8	48	1,0	–	3,0	68	–
GDW 9/15/5	4	3÷20	30	15	92	3,6	2,0	13	39×9	36	0,8	–	3,0	68,5	80
GDW 9/15/5	8	3÷20	30	15	92	6,7	1,8	13	39×9	36	0,8	–	3,0	68,5	80
GDW 9/15/5	15	3÷20	30	15	92	13,7	2,5	13	39×9	36	0,8	–	3,0	68,5	80
GDW 9/60	15	3÷20	120	60	94	13,7	2,5	13	45×8	48	1,0	–	3,0	68,5	80

GIEŁDA PE

SPRZEDAM

AMPLITUNER UNITRA DIORA. Fale: długie, średnie, krótkie i 2 ultrakrótkie. Gniazdo słuchawek, 2 wejścia na osobne urządzenia, 2 wyjścia na kolumny. Rafał Okulicz 654 65 23.

ARCHIWALNE numery Re i inne ponad 120 szt. za 120zł. Warunek: bierzesz wszystko. Jarosław Filipek, Kaliska 83/19, 87 800 Włocławek tel. (054) 234 55 03, kom. 0605 266 787.

BRÜCKMANNA: układy, schematy, płytki i porady darmo każdy temat. Pisz, dzwoń warto! Poznański Al. Kijowska 13/10, 30 079 Kraków. Tel: 012 6378612. Pisząc załącz znaczek na odpowiedź.

CZĘSTOŚCIOMIERZ D31 NOWY PRODUKCJI DAWNEGO ZSRR Ryszard Wiosna, ul. Murarska 9m30, 91 465 Łódź. Tel. 657 23 70.

CZĘŚCI z demontażu. /TDA, SAA, TLO, LM/. Sprzedam lub wymienię na PE 1÷5 /od/ ksero/ info: kop.+znaczek. Tomasz Kotliń-ski, ul. H. Sawickiej 31, 56 500 Syców (062) 785 49 79

EMULATOR pamięci EPROM 27(c) 16÷27(c) 512. Komunikacja przez RS232 za pomocą programu okienkowego. Gwarancja, cena: 130PLN tel.: (052) 381 95 42.

FALOWNIKI tanio od 180W do 2,5kW. Wysyłam ofertę cena fal 2,5kW 1.150zł brutto. Jerzy Krupiński, 58 100 Świdnica, ul. Łokietka 31/3, (074) 8529257, 602 642 896

KARTY do tunera Cyfra+. Zyskasz ponad 250 programów, w tym 20 mocno erotycznych, 2 całodobowe, 20 muzycznych, terminale, tel. 0605 656 994.

KONDENSATORY do kolumn głośnikowych, rezystory do 500MW, kondensatory ceramiczne do 12kV KSFO22, przyrządy pomiarowe różne pakiety central telefonicznych. (061) 878 81 52.

LAMPY 6P3CE, 6H1, 6H2, 6H9, GU50 itp. Kupię lampę EF89 Kornel 032 257 09 67.

OKAZJA tanio komputer Commodore stacja dysków magnetofon zasilacze. Kasety i cartridge darmo części do PC ta płyty 386 pamięci karty, gra telewizyjna Saturn. Stefan Żubil, Pruszków 4, 68 115 Rudawica, (068) 377 02 21

PE 9/99 3zł + wysyłka PE 1,2,6,7/00 4zł/egz. + wysyłka; EP 7/96, 3/97 3zł/egz. + wysyłka. Marcin Helman ul: Turystyczna 20/2, 58 580 Szklarska Poręba.

ROCZNIKI EP 97, 98 40zł za rocznik, roczniki RE 82÷93 15zł za rocznik, roczniki ZS 81÷90 20zł za rocznik, plus koszty przesyłki, stan bardzo dobry tel. 0 604 900 169.

SCHEMATY wzmacniaczy i efektów gitarowych profesjonalne różnych firm. Tadeusz Bernat, Kopernika 7/50, 86 200 Chełmno, 056 686 04 89. Info. Koperta + znaczek.

TYRYSTORY prod. UNITRA TOO 40 08 50. Fabrycznie nowe 10 szt. Cena do uzgodnienia. Marian Misiak 59 516 Zagrodno 179/8 (076) 877 40 70.

WYKRYWACZ metali lub zamienię na oscyloskop lub generator funkcyjny lub odbiornik na 173 MHz. Zawsze aktualne. Cena wykrywacza 250zł, tel. (032) 279 26 85 Szymon.

WYKRYWACZE metali GERBER płytka zmontowana + cewka 20 i 40 za 200 zł lub zamienię na oscyloskop lub generator funkcyjny tel. (032) 274 26 85 Szymon.

WYKRYWACZE metali PJ, VLF i inne, naprawa wykrywaczy. Informacje tel. Komórkowy 0608 167 023.

ROCZNIKI lub luźne numery MT, RE, EP, EH, EdW, PE, ZS z lat 60, 70, 80, 90. Pełny wykaz z ceną wyślę kop. + znaczek. Ryszard Kujawa, Os. Wiślana 11m9, 08 520 Dęblin, 081-883-26-63.

LUTOWNICE gazowe, 65 gram, rozmiar markera, wysyłam natychmiast po otrzymaniu 30zł lub przekazu pocztowego. M. Baran, ul. Kochanowskiego 26/70, 25 384 Kielce, 0 603 847 655.

KUPIĘ

MC10216; MC10231; MAB357; MAB360; B13S52 nowa. Oferty z ceną Zenon Pieksza, 71 142 Szczecin, ul. Wieniawskiego 1m2, (091) 486 25 87.

SCHEMAT falownika 24V/220V 50Hz 250W. Zbyszek Skwarło tel. 077/416 89 87. e-mail: staszek@klub.chip.pl

UWAGA!!! Tanie ogłoszenia ramkowe w rubryce Giełda PE!!!

Ogłoszenia mogą mieć typową szerokość jednej szpalty tzn. 56 mm, ich wysokość ogranicza jedynie wysokość strony. Minimalna wysokość ramki to 1 cm. Cena ogłoszenia ramkowego wynosi 20 zł + 22% podatku VAT za każdy rozpoczęty centymetr wysokości. Oferta skierowana jest do osób fizycznych i firm zamieszczające ogłoszenia w celach zarobkowych.

Materiał reklamowy może być dostarczany w formie elektronicznej lub projektu graficznego na papierze. Materiały można dostarczać pocztą na dyskietkach 3,5'' (1,44 MB), wraz z wydrukiem próbnym reklamy. Pliki o rozmiarach nie przekraczających 500 kB (po skompresowaniu archiwizerem pkzip, arj lub rar) można dostarczyć pocztą elektroniczną na adres reklama@pe.com.pl. Należność za płatne ogłoszenia ramkowe może być uregulowana przelewem na konto: WBK S.A. II/O Zielona Góra nr 10901636-102847-128-00-0 lub przekazem na adres redakcji.

Giełda PE

Kupon zamówienia na płatne ogłoszenie ramkowe w rubryce giełda PE

Zamawiam płatne ogłoszenie ramkowe o wysokości: ....cm, w numerach: ....PE

Numer NIP: ....

Oświadczam, że Nasza firma jest upoważniona do otrzymywania i wystawiania faktur VAT. Upoważniamy firmę ARTKELE Wydawnictwo Techniczne do wystawiania faktur VAT bez naszego podpisu.

pieczęć firmy z nazwą i adresem

....

Czytelny podpis zamawiającego

Giełda PE

Bezpłatne ogłoszenia drobne wyłącznie dla osób fizycznych

Zaznacz rubrykę w której ma zostać zamieszczone ogłoszenie

☐ Sprzedam ☐ Poszukuję
☐ Kupię ☐ Zamienię ☐ Inne

Kupon ważny do 20.10.2000

Kupony prosimy przesyłać w kopercie **z dopiskiem GIEŁDA PE**

SONY PLAYSTATION oferty z ceną kierować na adres: Jacek Bartkowiak, Wola Książęca 25, 63 220 Kotlin, 0603 118 073.

POSZUKUJĘ

SCHEMATU (może być ksero) falomierza liczącego typu FL 770S produkcji ZRK Warszawa. Henryk B. Telefon (062) 781 94 85.

INNE

ZAPROJEKTUJĘ i wykonam płyty czołowe tabliczki znamionowe, opisowe, inne na blasze mosiężnej aluminiowej, PCV, plexi, folii samoprzylepnej. Kontakt tel. 0604-815-033 - bwr@poczta.wp.pl.

CHĘTNIE bym korespondował z początkującym elektronikiem w celu zaprzyjaźnienia się i wymiany informacji. Mateusz Chmielowiec, Wola Wielka 131, 37-610 Narol.

OBWODY drukowane jedno- i dwustronne z metalizacją również pojedyncze sztuki. Andrzej Moniak, 32 082 Bolechowice 107, 012 285 34 97 po 18.00.

RADIO kodowane uruchomię. Telefon komórkowy odblokuję. Kontakt telefoniczny 052-353-08-54 lub 601 642 780.

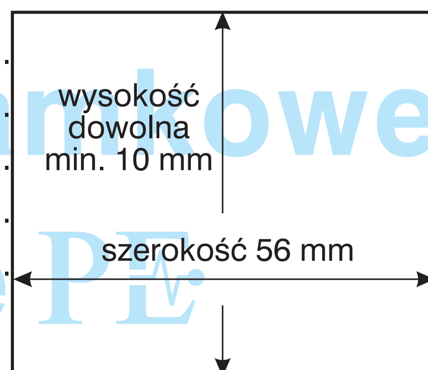
Treść ogłoszenia:

Ogłoszenia ramkowe w Giełdzie PE

....

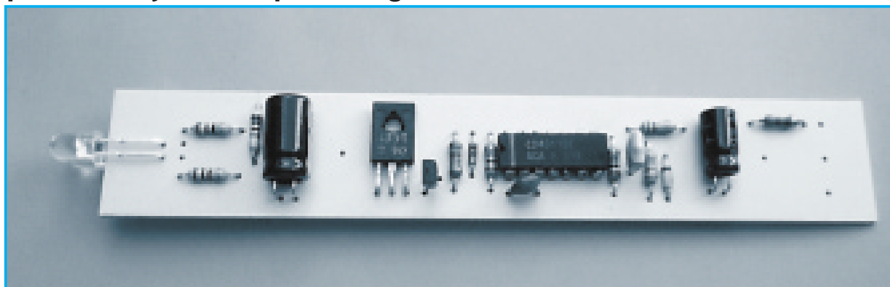
Do zamówienia dołączam:

☐ dyskietkę ☐ rysunek ☐ inne ....
☐ zdjęcie ☐ e-mail ....



Stroboskop do kontroli i ustawiania zapłonu

Wprawdzie nowoczesne samochody jakich coraz więcej widzimy w swoim otoczeniu nie wymagają regulacji zapłonu, niemniej zostało jeszcze sporo „maluchów" i aut starszej daty, które wymagają okresowej kontroli i regulacji zapłonu. Podobnie rzecz się ma z motocyklami. Proponowany układ jest źródłem światła błyskowego wyzwalanego przez zapłon iskrowy silnika spalinowego.



Nieprawidłowa wartość kąta zapłonu wpływa na zużycie paliwa, przedwczesne zużycie silnika jak i jego osiągi. Dlatego należy dbać o utrzymywanie jego prawidłowej wartości. Początkowy kat wyprzedzenia zapłonu można ustawić statycznie przez obserwację punktu wystąpienia iskry przy obracaniu wałem niepracującego silnika. Operacja ta jest jednak niedokładna. Dużo większą dokładność uzyskuje się przy korzystaniu z lampy stroboskopowej podczas pracy silnika na biegu jałowym.

Zadaniem lampy stroboskopowej błyskającej w takt zapłonu silnika jest uzyskanie efektu nieruchomości punktu określającego położenie tłoka pierwszego cylindra zaznaczonego na kole pasowym prądnicy lub kole zamachowym silnika, względem zaznaczonego na korpusie silnika punktu odpowiadającego wymaganemu kątowi początkowemu zapłonu.

Właściwości zapłonu iskrowego

Silnik spalinowy działa dzięki ujarzmieniu energii wybuchu jakiemu podlega sprężona mieszanka paliwa z powietrzem znajdująca się nad tłokiem w tzw. komorze spalania. W silnikach wysokoprężnych zapłon ten występuje samoczynnie wskutek nagrzania mieszanki przy zwiększeniu jej ciśnienia. W silnikach z zapłonem iskrowym, źródłem zapłonu jest iskra powstająca na elektrodach świecy zapłonowej.

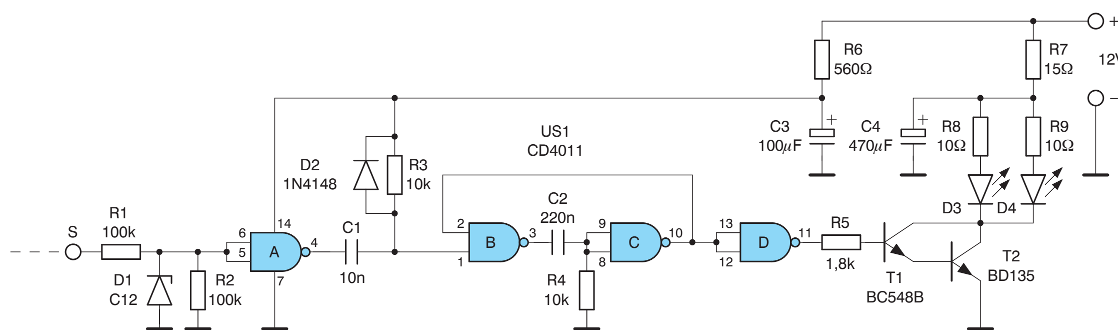
Od momentu zapoczątkowania zapłonu przez iskrę do osiągnięcia maksymalnej energii rozprężającej się podczas wybuchu mieszanki upływa określony czas. Przyjmuje się, że wynosi on 1 ms. Pełną energię wybuch powinien osiągnąć, kiedy tłok przekracza tzw. punkt zwrotny (maksymalne górne położenie tłoka w cylindrze). Dlatego zapłon w silniku spalinowym powinien odbywać się przed osiągnięciem przez tłok punktu zwrotnego. Wyrażony w ° kąt między punktem zapłonu a punktem zwrotnym nazywany jest kątem wyprzedzenia zapłonu. Biorąc pod uwagę stały czas zapłonu, kąt ten powinien zmieniać się w zależności od prędkości obrotowej silnika. Wraz ze wzrostem prędkości obrotowej musi rosnąć.

Mówi się o początkowym kącie wyprzedzenia zapłonu jaki jest wymagany i ustawiany przy minimalnych obrotach silnika nazywanych obrotami biegu jałowego (700÷1000 obr/min) i kącie zależnym od obrotów. Kąt ten ustalany jest przez specjalne regulatory, których działanie rozpoczyna się zwykle od około 1200 obr/min. Ustawia się i reguluje początkowy kąt wyprzedzenia zapłonu, którego wielkość jak i obroty biegu jałowego są charakterystycznymi danymi podawanymi przez producenta silnika czy pojazdu. Zazwyczaj wartość kąta początkowego zapłonu zawiera się w granicach od 6÷12°.

Schemat ideowy i działanie

Tradycyjne lampy stroboskopowe wykorzystują jako źródło światła lampę wyładowczą – gazowaną lampę błyskową jakie stosowane są także w fotografii. Postęp w dziedzinie uzyskiwania dużych jaskrawości diod luminescencyjnych, umożliwia wykorzystanie ich do tego celu. Diody luminescencyjne o dużej jaskrawości już są wykorzystywane do wykonywania znaków drogowych, które można zobaczyć na autostradach za naszą zachodnią granicą. Przewiduje się ich wykorzystanie do świateł sygnalizacji drogowej i do świateł pozycyjnych pojazdów. W opisywanej lampie stroboskopowej wykorzystamy dwie diody luminescencyjne o białej barwie świecenia, które osiągają luminancję 2 cd (kandeli) przy typowym prądzie 20 mA.

Układ elektroniczny lampy umożliwia zapalanie diod na określony czas

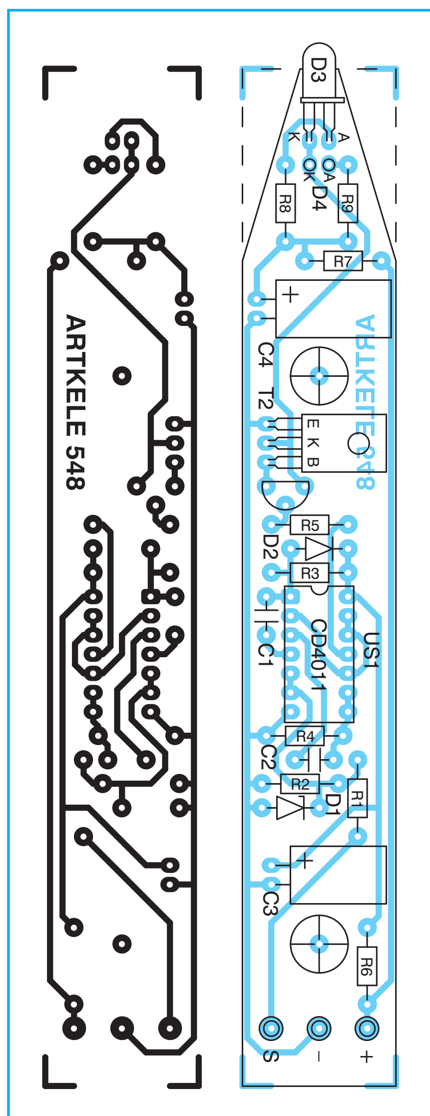


Rys. 1 Schemat ideowy

w momencie wystąpienia zapłonu. Czujnikiem lampy jest kilka zwojów przewodu nawiniętego na przewodzie zapłonowym pierwszego cylindra i podłączonego do wejścia S.

Zasadniczy układ lampy jest zrealizowany na cyfrowym układzie CMOS CD 4011 (US1). Sygnał z wejścia S przez układ zabezpieczający R1, D1 podawany jest do inwertora zrealizowanego na bramce A. Rezystor R2 powoduje, że przy braku sygnału sterującego wejście ma poziom niski. Na wyjściu bramki A normalnie występuje poziom wysoki (napięcie zasilania). Dodatnie impulsy wejściowe, których wartość maksymalna jest ograniczana do 12 V diodą zenera D1 powodują pojawienie się na wyjściu bramki A impulsów ujemnych (napięcie spada do 0 V).

Bramki B i C tworzą monowibrator. Wejściem jest wyprowadzenie 1 bramki B a wyjściem, połączone wejście 2 bramki B i wyjście 10 bramki C. Bez sygnału wejściowego na wyjściu monowibratora występuje poziom wysoki wskutek połączenia wejść bramki C rezystorem R4 do masy. Na wyjściu bramki B występuje wtedy poziom niski. Kondensator C2 jest rozładowany.



Rys. 2 Płytka drukowana i rozmieszczenie elementów

Kondensator C1 z rezystorem R3 tworzą układ różniczkujący, który podaje na wejście monowibratora impulsy w postaci ujemnych szpilek. Dioda D2 zabezpiecza dodatkowo wejście 1 bramki B przed przepięciami.

Ujemny impuls na wejściu monowibratora jest przeniesiony jako dodatni przez kondensator C2 na połączone wejścia bramki C. Na jej wyjściu pojawia się poziom niski. Na wyjściu bramki B trwa poziom wysoki. Następuje ładowanie kondensatora C2. W miarę ładowania spada napięcie na połączonych wejściach bramki C. Po spadku tego napięcia poniżej 1/2 napięcia zasilania następuje zmiana stanu na wyjściu bramki C na poziom wysoki. Czas trwania poziomu niskiego na wyjściu bramki C jest określony wielkościami pojemności C2 i rezystancji R4. Przy pojemności C2 wynoszącej 0,33 μF wynosi on 2 ms. Pojemność tą można dobrać w przedziale od 0,1 do 0,33 μF.

Mniejszy czas trwania impulsu (1 ms) jest wymagany w silniku dwucylindrowym lub w czterocylindrowym z podwójną cewką zapłonową (bez rozdzielacza). Tam zapalanie lampy występuje przy każdym obrocie wału. W silnikach z pojedynczą cewką (z rozdzielaczem zapłonu) iskra wystąpi co dwa obroty wału i tam czas impulsu powinien wynosić 2 ms.

Zadaniem inwertora na bramce D jest odwrócenie polaryzacji sygnału niezbędne do załączania klucza tranzystorowego. Normalnie – bez sygnału na jego wyjściu występuje poziom niski (0 V). Podczas pracy występują tu dodatnie impulsy o czasie trwania około 2 ms. Przez rezystor R5 impulsy te podawane są do bazy tranzystora T1.

Tranzystory T1 i T2 połączone w układzie Darlingtona tworzą klucz tranzystorowy załączający diody luminescencyjne D3 i D4. Klucz jest włączany i tym samym wymuszany przepływ prądu przez diody na czas trwania dodatnich impulsów na jego wejściu.

Prąd płynący przez diody jest ograniczany rezystorami R8 i R9. Jego wartość szczytowa może sięgać około 1 A. Wskutek małego współczynnika wypełnienia impulsów wartość średnia prądu nie przekracza 20 mA. Rezystor R7 obniża napięcie zasilające diody pojemnościowe ze wzrostem prędkości obrotowej, co zmniejsza maksymalne wartości prądu płynącego przez diody i zabezpiecza je przed uszkodzeniem przy zwiększaniu się współczynnika wypełnienia. Ze wzrostem współczynnika wypełnienia wzrasta średnia wartość prądu płynącego przez diody i spadek napięcia na rezystorze R7.

Stroboskop jest zasilany z akumulatora pojazdu (12 V). Zasilanie układu US1 jest filtrowane rezystorem R6 i kondensatorem C3 dla zmniejszenia wpływu zakłóceń z instalacji elektrycznej pojazdu. Pobór prądu bez wysterowania nie przekracza 2 mA. Podczas pracy może wzrosnąć do 40 mA. Jest to jednak wartość średnia – impulsy prądu mogą osiągnąć wartość około 1 A.

Montaż i uruchomienie

Diody luminescencyjne o białej barwie świecenia, które poraziły mnie swą jaskrawością znalazłem w firmie LARO. Sadzę, że dostępne będą one i w innych miejscowościach jak i na giełdach. Z tym porażeniem to była prawda, radzę bezpośrednio nie zaglądać w lusterko świecącej diody gdyż może to spowodować pogorszenie wzroku, przynajmniej czasowe. Jest to punktowe źródło światła o dużej jaskrawości – prawie laser.

Pozostałe elementy poza płytką drukowaną mogą być z tzw. demobilu czyli demontażu, lub zapasów własnych. Początkujący muszą niestety udać się do sklepu z częściami.

Płytka drukowana przystosowana jest do zamontowania w rozprowadzanej za pośrednictwem redakcji PE obudowie tzw. sondy. Aby jednak zmieściła się w niej, należy zwrócić uwagę na jak najbardziej płaski montaż elementów. Dotyczy to zwłaszcza kondensatorów elektrolitycznych i tranzystorów.

Diody luminescencyjne proponuję montować na zakończenie montażu po obu stronach płytki drukowanej. Wyprowadzenia diod ukształtować wcześniej i dopasować do położenia. Samo ich lutowanie powinno trwać jak najkrócej. Nie należy wywierać nacisku na gorące wyprowadzenia aby nie uszkodzić diod. Wewnątrz plastikowej obudowy mają one bardzo wątłą konstrukcję.

Po przeciwnej stronie płytki zamontować przewody zasilające i przewód sy-

gnałowy. Przewody zasilające powinny mieć przekrój 0,5 mm². Powinny różnić się kolorem. Zakończyć je można tzw. żabkami (lub krokodylkami) umożliwiającymi łatwe podłączenie do akumulatora. Wyraźnie zaznaczyć (+) i (–). Przewód sygnałowy S powinien także wyróżniać się kolorem, wystarczy przekrój 0,2 mm². Powinien mieć pogrubioną izolację. Koniec tego przewodu pozostawić w izolacji. Długość przewodów powinna wynosić około 1,5 m.

Po sprawdzeniu poprawności montażu przystępujemy do uruchomienia stroboskopu. Do tego celu potrzebne będą: zasilacz 12 V lub akumulator o wydajności prądowej około 1 A. Wstępnie można uruchomić korzystając z zasilacza o wydajności mniejszej np. 100 mA. Podstawowym przyrządem pomiarowym będzie multimetr. Zaawansowani i bardziej zapobiegliwi mogą skorzystać z generatora m.cz. i oscyloskopu.

Po podłączeniu zasilania sprawdzić napięcia stałe na wyprowadzeniach układu scalonego US1 względem masy (– zasilania). Zasilanie US1 (14) powinno wynosić około +12 V. Takie samo napięcie powinno być na wyprowadzeniach 4 i 10. Na wyprowadzeniach 3 i 11 napięcie powinno być bliskie 0 V. Następnie sprawdzić występowanie napięcia +12 V na kondensatorze C4.

Równolegle do rezystora R1 (od strony ścieżek) dolutować rezystor 10 kΩ. Dołączając chwilowo wejście S do +12 V zaobserwować błyskanie diod D3, D4. Świadczy to o poprawności działania układu, który nadaje się już do wykorzystania w pojeździe. Wyłączyć zasilanie i odlutować dodatkowy rezystor.

Podczas eksperymentowania pod maską samochodu zwracam uwagę na zachowanie bezpieczeństwa ze względu na wirujące części. Najpierw należy upiąć zbyt długie włosy, krawat, szal czy modne ostatnio warkoczyki. Podłączenia wykonywać przy niepracującym silniku. Tu także trzeba uważać, gdyż przy gorącym silniku mimo wyłączenia zapłonu może automatycznie włączyć się wentylator chłodnicy. Zwracać uwagę na prawidłową polaryzację zasilania. Samą kontrolę i regulację zapłonu przeprowadzać zgodnie z instrukcją obsługi i naprawy pojazdu.

Przy wyłączonym silniku znaleźć zaznaczone na kole zamachowym i korpusie silnika punkty do ustawiania zapłonu. Można je pomalować kontrastującą z tłem farbą. Podłączyć zasilanie lampy bezpośrednio do zacisków akumulatora (tam jest najniższy poziom zakłóceń). Przewód sygnałowy stroboskopu owinąć 2 razy na przewodzie wysokiego napięcia świecy pierwszego cylindra. Można go po prostu zawiązać lub umocować taśmą samoprzylepną. Pierwszy cylinder zawsze znajduje się od strony rozrządu (łańcuszka lub paska).

Uruchomić silnik, który po nagrzaniu powinien uzyskać normalne obroty biegu jałowego. Błyskającą lampę skierować na punkty ustawiania zapłonu. Punkt wirujący powinien być widoczny naprzeciwko oznaczenia wyprzedzenia zapłonu na korpusie silnika. Jeśli punkty te są przesunięte wymagana jest regulacja.

Po zatrzymaniu silnika poluzować mocowanie aparatu zapłonowego. Uruchomić silnik i pokręcając minimalnie aparatem zapłonowym uzyskać pokrywanie się punktów, wirującego i nieruchomego po oświetleniu lampą stroboskopową. Przykręcić aparat zapłonowy i sprawdzić jeszcze raz. Zwiększaniu obrotów silnika (powyżej 1200÷1500) powinien towarzyszyć wzrost kąta wyprzedzenia, co świadczy o działaniu regulatora wyprzedzenia zapłonu zależnego od obrotów.

Szerokiej drogi.

Wykaz elementów	
Półprzewodniki	
US1	**– CD 4011**
T1	**– BC 548B**
T2	**– BD 135/16**
D1	**– BZP 683C12**
D2	**– 1N4148**
D3, D4	**– L5W-4**
Rezystory	
R8, R9	**– 10 Ω/0,25 W**
R7	**– 15 Ω/0,25 W**
R6	**– 560 Ω/0,125 W**
R5	**– 1,8 kΩ/0,125 W**
R3, R4	**– 10 kΩ/0,125 W**
R1, R2	**– 100 kΩ/0,125 W**
Kondensatory	
C1	**– 10 nF/50 V ceramiczny**
C2	**– 220 nF/63 V MKSE-20**
C3	**– 100 µF/16 V**
C4	**– 470 µF/16 V**
Inne	
obudowa	**– OB-TS**
płytka drukowana numer 548	

Płytki drukowane i obudowy wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Płytki można zamawiać w redakcji PE.

Cena: płytka numer 548 – 2,85 zł
OB-TS – 6,50 zł
+ koszty wysyłki.

◊ ***R.K.***

Projektowanie obwodów drukowanych przy użyciu programu EAGLE cz. 2

Wstęp

Druga część opisu pakietu EAGLE poświęcona będzie modułowi *Board*, który już bezpośrednio związany jest z procesem projektowania płytki drukowanej. Praca z programem przebiega bardzo sprawnie. Oferowane możliwości pozwalają na szybkie i efektywne projektowanie obwodów, a ilość dostępnych opcji została tak dobrana aby zapewnić duże możliwości przy jednoczesnym zachowaniu prostoty obsługi. Co prawda program posiada kilka nieco niestandardowych rozwiązań do których należy się przyzwyczaić, jednak wrażenie jakie pozostało mi po wielogodzinnej pracy jest bardzo pozytywne. Bardzo ważną rzeczą jest fakt, że program działa szybko nawet na maszynach klasy P150/32 MB RAM i co najważniejsze pracuje bardzo stabilnie.

Możliwości

Projekt płytki drukowanej możemy stworzyć na dwa sposoby. Poprzez ręczne umieszczanie elementów i samodzielne prowadzenie ścieżek, lub przy współpracy z modułem *Schematic*.

Rozwiązanie pierwsze nie wymaga tworzenia schematu ideowego. Tworząc płytkę drukowaną operujemy jedynie na symbolach opisujących wymiary oraz rozmieszczenie końcówek elementów – *Package*, a wszystkie połączenia należy nanieść ręcznie. W drugim przypadku projekt płytki drukowanej tworzymy w oparciu o schemat ideowy. Taki sposób tworzenia płytki wzbogacony został o mechanizm *Automatic Forward&Back Annotation* pozwalający na zachowanie spójności pomiędzy schematem ideowym a projektem płytki. Jeśli raz stworzony schemat ideowy pozostanie bez zmian, mechanizm ten nie znajdzie zastosowania. Jednak praktyka projektowania urządzeń elektronicznych pokazuje, że stworzony i wykonany prototyp po fazie testów na ogół wymaga wprowadzenia zmian i usprawnień. Wspomniany mechanizm AF&BA wychodzi naprzeciw tego typu potrzebom.

Do jego poprawnego działania niezbędne jest spełnienie jednego warunku – okna schematu ideowego oraz projektu płytki muszą być otwarte, a oba projekty posiadać identyczna nazwę (np. test.sch i test.brd).

Rys. 1 Okienko modułu Board

Przy spełnieniu tych warunków każda zmiana w schemacie ideowym (dodanie/usunięcie/zmiana elementu lub połączenia, zmiana nazwy, obudowy, symbolu itd.) zostanie automatycznie uwzględniona w projekcie płytki. W ograniczonym stopniu mechanizm ten działa także w drugą stronę, tzn. zmiana w projekcie płytki zostanie uwzględniona w schemacie ideowym. Możliwa jest np. zmiana nazwy elementu, lecz dodanie nowego już się nie powiedzie.

Niezależnie od wybranego sposobu projektowania płytki (z wykorzystaniem schematu ideowego, lub bez niego) możliwe jest ręczne lub automatyczne prowadzenie ścieżek obwodu.

Narzędzia edytorskie

Aby w dalszej części tekstu nie zachodziła potrzeba każdorazowego opisu gdzie znajduje się jakie narzędzie edytorskie i jak go używać, na wstępie zapoznam Czytelników z ich zastosowaniem oraz sposobami wywoływania.

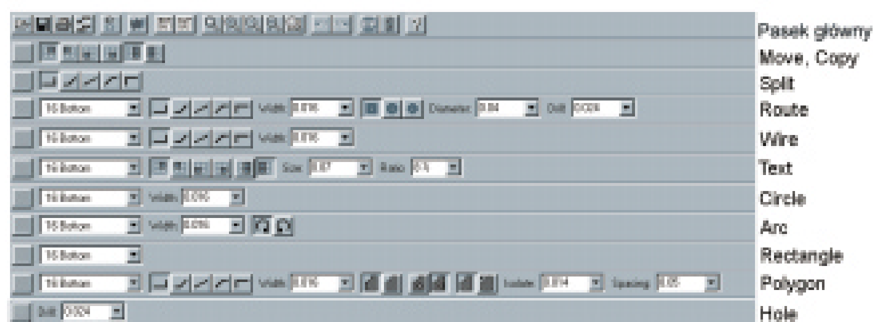
W górnej części okienka (rys. 1) znajduje się pasek narzędziowy zawierający standardowe opcje operacji plikowych, drukowania itd. Dodatkowymi opcjami są:
Zoom In – powiększanie;
Zoom out – pomniejszanie;
Zoom select – powiększanie zadanego obszaru ekranu;
Zoom to fit – wyświetlenie z dopasowaniem wielkości płytki do rozmiarów okna;
Redraw – odświeżenie ekranu.
Wszystkie te opcje można także wywołać z odpowiedniego menu.

Drugi pasek narzędziowy nie ma stałego wyglądu. Wyświetlane są tam różne parametry, w zależności od aktualnie wybranego narzędzia. Na rysunku 2 przedstawiony jest wygląd tego paska dla różnych narzędzi. Jeśli dane narzędzie nie ma dodatkowych opcji wyświetlany jest jedynie standardowy przycisk ustawiania rozmiarów siatki pozycjonującej – *Grid size*.

Rysunek 3 przedstawia widok lewego paska narzędziowego. Składa się on z czterech grup narzędzi.
W grupie pierwszej znajdują się cztery ikony:
Info – wyświetla informacje o elemencie;
Show – podświetla cały element. Opcja bardzo przydatna do sprawdzenia trasy przebiegu całej ścieżki;
Oba wspomniane narzędzia używamy poprzez kilknęcie na wybrany obiekt.

Mark – ustawia punkt początku układu współrzędnych. Zwykle w rogu płytki drukowanej;
Display – wybór warstw projektu , które powinny być wyświetlane. Otwarte zostanie okienko, analogiczne jak w module *Schematic*. Możliwe jest wyświetlanie wszystkich warstw (*All*), lub żadnej (*None*) oraz tworzenie/modyfikacje/usuwanie *(New/Change/Del)* warstw.

Drugą grupę stanowią narzędzia edytorskie, możliwe do wywołania także z *Menu|Edit*. Standardowo użycie narzędzia następuje poprzez kliknięcie lewym klawiszem myszy na wybranym obiekcie, a porzucenie wykonania operacji klawiszem *Esc*. Jeśli dla danego narzędzia będzie ono inne, zostanie to zaznaczone w tekście.
Move – przesuwanie elementu. Użycie poprzez kliknięcie na wybrany element, przesuniecie go na miejsce docelowe oraz ponowne kliknicie lewym klawiszem myszy. W górnym pasku narzędziowym dodatkowe parametry umożliwiające obracanie elementu dookoła własnej osi, lub wykonywanie odbicia lustrzanego – *Mirror*.
Copy – kopiowanie elementu. Użycie i dodatkowe opcje analogicznie jak dla komendy *Move*;
Mirror – odbicie lustrzane elementu;
Rotate – obrót dookoła własnej osi;
Group – zaznaczenie grupy elementów. Użycie – lewy klawisz myszy przytrzymujemy tak długo, aż zaznaczymy cały wymagany obszar;
Change Object Properties – zmiana atrybutów obiektu. Występuje tutaj wiele rozmaitych opcji, które opiszę w osobnym punkcie;
Cut/Paste/Delete – wytnij/wklej/usuń;
Add – dodaj element. Otwarte zostanie okienko z zawartością aktualnej biblioteki;
Name/Value – zmiana odpowiednio nazwy i wartości elementu. Otwarte zostanie okno dialogowe w celu wprowadzenia nowego tekstu;
Smash – separuje nazwę i wartość od elementu. Dzięki temu mogą one być oddzielnie przemieszczane i modyfikowane (rozmiar);
Pinswap – zamiana miejscami końcówek równorzędnych (np. wejścia bramki NAND). Użycie poprzez kliknięcie kolejno na dwa pola lutownicze elementu. W przypadku jeśli operacja nie jest dozwolona zostanie wygenerowany odpowiedni komunikat;
Replace – zamiana elementu na inny (obudowy). Liczba końcówek musi być identyczna. Najpierw wybieramy nowy element z listy, następnie klikamy na stary;
Split – zmiana kształtu ścieżki. Dodatkowe opcje to kształt załamywania ścieżki;
Route manually – ręczne prowadzenie ścieżek. Opcja dokładniej opisana w oddzielnym podpunkcie;
Ripup – rozłączenie ścieżki do postaci *airwire.*



Rys. 2 Paski narzędziowe – wygląd dla różnych narzędzi

Trzecią grupą są narzędzia służące do rysowania elementów płytki. Można je także wywołać z *Menu|Draw*. Obsługa analogiczna jak w narzędziach edycyjnych.
Wire – prowadzenie linii. W warstwach 1÷16 tworzy ścieżki obwodu drukowanego. Dodatkowe opcje w pasku zadań to kolejno: wybór warstwy, sposób załamywania linii, szerokość linii. Prawym klawiszem myszy zmieniamy sposób załamywania linii;
Text – umieszczenie tekstu. Po wybraniu tej opcji otworzy się okienko edycyjne do wprowadzenia tekstu. Dodatkowe parametry to: warstwa, obrót/odbicie lustrzane (możliwe do zmiany prawym klawiszem myszy);
Size – wysokość;
Ratio – grubość linii.
Circle – rysowanie okręgu. Opcje: warstwa;
Width – szerokość linii. Komendą tą możemy tworzyć obszary zabronione dla autoroutera w warstwach *tRestrict*, *bRestrict*, *vRestrict*;
Arc – wycinek okręgu. Opcje tak jak dla koła oraz dodatkowo wybór kierunku rysowania przy pomocy prawego klawisza myszy;
Rectangle – rysuje prostokąt. Podobnie jak *Circle* umożliwia tworzenie obszarów zabronionych dla autoroutera;
Polygon – rysowanie wielokąta otaczającego. Możliwe tworzenie obszarów zabronionych dla autoroutera. Narzędzie często stosowane dla stworzenia warstwy miedzi podłączonej do masy we wszystkich nie wykorzystanych na ścieżki miejscach. Użycie polega na narysowaniu wielokąta (ten sam punk początkowy i końcowy). Domyślnie wyświetlana jest jedynie linia obwiednia zaznaczonego obszaru. Cały obszar ulegnie wizualizacji po wykonaniu komendy *Ratsnest*. Dodatkowe parametry to oczywiście warstwa, sposób załamywania linii;
Width – szerokość linii (powinna być równa szerokości najcieńszych poprowadzonych ścieżek);
Isolate – odległość obszaru *Polygon* od pozostałych elementów na danej warstwie;
Spacing – gęstość linii w przypadku gdy obszar nie jest jednolity, lecz wykonany jako siatka. Pozostaje jeszcze sześć ikonek odpowiedzialnych za sposób rysowania obszaru;
Solid – obszar jednolity;
Hatch – siateczka;
Thermals On/Off – sposób podłączania punktów lutowniczych i obszaru *Polygon*, jeśli należą do tej samej warstwy;
Orphans – możemy sobie wyobrazić sytuację, gdzie odległości pomiędzy punktami lutowniczymi są tak małe, że nie



Rys. 3 Pasek narzędzi edytorskich oraz dodatkowych

można już pomiędzy nimi poprowadzić obszaru *Polygon*. Wtedy mogą powstać obszary całkowicie odcięte od całości. Aby uniknąć tego rodzaju przypadków ustawiamy ten parametr na Off. Po narysowaniu takiego obszaru należy mu nadać nazwę (*Name*) taką samą jak połączenie do którego ma należeć (np. *GND*).
Via – przelotka. Dodatkowe parametry to jej kształt, średnica – *Diameter*, oraz średnica otworu – *Drill*;
Signal – tworzy połączenie (*airwire*) pomiędzy punktami lutowniczymi;
Hole – otwór montażowy;

Czwarta i ostatnia grupa ikonek odwzorowuje najczęściej używane opcje. Wszystkie zostaną dokładniej opisane w dalszej części tekstu. Są to:
Ratsnest – optymalizacja połączeń; *Auto – autorouter*;
DRC/ERC – kontrola poprawności; *Errors* – wykaz błędów.

Są to już wszystkie narzędzia oferowane przez program *EAGLE Board*. Na koniec tej części opisu chciałbym na moment powrócić do opcji *Change Object Properties*. Nie opisałem jej wcześniej aby zachować większą przejrzystość tekstu. Pozwala ona na zmianę parametrów obiektów i teraz, gdy opisane zostały wszystkie z nich, łatwiejsze będzie posługiwanie się tym elementem paska narzędziowego. Jego obsługa odbywa się zwykle poprzez wybranie odpowiedniej opcji a następnie kliknięcie na wybranym obiekcie projektu. W kolejności są to:
Layer – warstwa. Może odnosić się do wielu obiektów;
Width – szerokość ścieżki;
Size/Ratio/Text – opcje modyfikacji tekstu. Opisane wcześniej;
Diameter/Drill/Shape – średnica przelotki, średnica otworu przelotki, kształt przelotki. Dodatkowo *Drill* to parametr otworu montażowego *Hole*.
Pour/Spacing/Isolate/Thermals/Orphans – parametry obiektu Polygon który został dokładnie opisany wcześniej.

Ta część opisu była co prawda nieco monotonna, jednak dokładne zrozumienie zastosowania i nauczenie się sprawnego obsługiwania tych narzędzi z pewnością pozwoli na bardziej sprawne i efektywne tworzenie własnych płytek drukowanych.

W kolejnych punktach przejdę do opisu sposobów tworzenia projektu i będę jedynie zaznaczał jakim narzędziem należy daną czynność wykonać, bez opisu jak się nim posługiwać.

Tworzenie płytki bez schematu ideowego

Jeśli zdecydowaliśmy się na całkowicie samodzielne projektowanie płytki, pierwszą czynnością jaką powinniśmy wykonać jest stworzenie nowego projektu przy pomocy modułu *Board*. W okienku *EAGLE Control Panel* wybieramy opcję *Menu|File|New|Board*. Zostanie otwarte okienko edycji płytki drukowanej widoczne na rysunku 1.

Projektowanie płytki powinniśmy zacząć od zdefiniowania jej wymiarów (nie jest to jednak wymogiem formalnym). Jednak przed wykonaniem tej czynności należy ustawić odpowiednią rozdzielczość oraz parametry siatki pozycjonującej elementy (ikonka *Grid* w pasku narzędziowym parametrów, lub *Menu|View|Grid...*). Okienko definiujące te parametry przedstawia rysunek 4

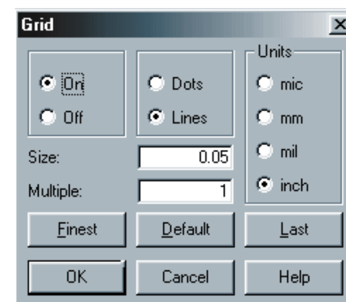
Siatka ta może być widoczna lub nie – *On/Off* (gdy jest niewidoczna elementy nadal będą pozycjonowane z ustawionym krokiem). Może być wyświetlana przy pomocy linii ciągłej – *Line*, lub linii kropkowanej – *Dots*. Pozycja elementów może być podawana w kilku różnych jednostkach: *mic* – mikrometry, *mm* – milimetry, *mil* – tysięczne części cala, *inch* – cale. Pole *Size* określa wymiary siatki, natomiast pole *Multiple* odnosi się jedynie do wymiarów linii siatki wyświetlanej na ekranie. Przykładowo jeśli *Size*=10 a *Multiple*=2 to elementy będą pozycjonowane z krokiem 10, natomiast linie siatki widoczne na ekranie będą wyświetlane co 20. W innych programach tego typu, parametry te często są określane jako *Grid Size* i *Visible Grid Size*. Przyciski *Default* oraz *Last* pozwalają przywrócić odpowiednio domyślne oraz ostatnio używane ustawienia. Przycisk Finest umożliwia automatyczne dobranie najlepszych ustawień. Jednak generowane w ten sposób parametry w rzeczywistości nie były najlepsze. Odpowiednie dobranie tych parametrów wpłynie pozytywnie na komfort tworzenia płytki.

Wymiary płytki definiujemy przy użyciu komendy *Wire* (*Menu|Draw|Wire* lub pasek narzędzi) i rysujemy obrzeża płytki drukowanej w warstwie Dimension (menu wyboru w pasku narzędziowym parametrów). Domyślnie warstwa ta wyświetlana jest w kolorze białym. Dobrym nawykiem jest rysowanie obrzeży płytki począwszy od punktu (0,0).

Do tworzenia płytki potrzebne będą zdefiniowane w odpowiednich bibliotekach elementy. Przykładową biblioteką może być DEMO.LBR. Biblioteka ta zawiera dwa rodzaje informacji. Symbole elementów (np. bramki NAND układu 7400), oraz obudowy elementów (np. DIL14). Przy tworzeniu płytki drukowanej posługujemy się oczywiście obudowami. Bibliotekę elementów otwieramy poprzez *Menu|Library|USE...* Biblioteka demo znajduje się w katalogu */.../EAGLE/examples* natomiast pozostałe standardowe biblioteki elementów w katalogu */.../EAGLE/lbr*.
Takie same elementy (np. 7400) lecz w rożnych obudowach, znajdują się w różnych bibliotekach (dla cyfrowych układów scalonych w obudowach typu SMD są to biblioteki o nazwie typu xxxxsmd.lbr)

Jak prawie każdą czynność nowy element możemy umieścić na płytce na trzy sposoby, poprzez menu – *Menu|Edit|Add...* ikonką z paska narzędziowego lub pisząc w linii komand *Add* nazwa_elementu (np. *Add DIL14*). Po wybraniu tej opcji otworzone zostanie okienko z listą elementów. Możliwa będzie także zmiana biblioteki – przycisk *Use*, lub powrót do ostatnio używanej biblioteki – przycisk *Drop*.

Elementy typu SMD domyślnie umieszczane są na górnej części płytki (np. element 1210) - *bottom layer* – kolor czerwony. Do przeniesienia elementu na warstwę dolną służy komenda *Mirror*, która jak każda inna z komend edycyjnych może być wywołana z menu lub z okienka narzędziowego. Po wybraniu tej opcji każdorazowe kliknięcie na wybranym elemencie spowoduje zmianę warstwy. Dla elementów SMD zaowocuje to zmianą koloru pól lutowniczych na niebieski. Elementy przewlekane nadal będą widoczne na obu warstwach.



Rys. 4 Okno parametrów siatki pozycjonowania

Po ręcznym umieszczeniu elementu na płytce drukowanej, jego symbol ustawiony jest na wartość domyślną, natomiast pole wartości jest puste. Dla poprawnego wykonania płytki zmiana tych właściwości elementu nie jest konieczna, lecz dla zachowania przejrzystości i czytelności projektu należałoby opisać każdy element. Służą do tego komendy *Name* i *Value* (np. *Name=US1 Value=7400*) z okienka narzędzi edycyjnych.

W tym momencie możemy przystąpić do projektowania płytki. Możemy to wykonać na dwa sposoby. Sposób pierwszy polega na bezpośrednim użyciu narzędzia *Wire*, wyborze warstwy (*bottom/top layer*) i prowadzeniu ścieżek. Rozwiązanie takie jest szybsze, jednak w przypadku dużych projektów kontrola poprawności wykonania płytki jest trudniejsza. Dodatkowo jeśli w trakcie projektowania płytki konieczna będzie zmiana położenia któregoś z elementów lub usunięcie kilku ścieżek w celu innego ich poprowadzenia, wtedy zapanowanie nad całością projektu będzie wymagało sporej uwagi. W małych projektach takie podejście do sprawy jest jak najbardziej uzasadnione i celowe.

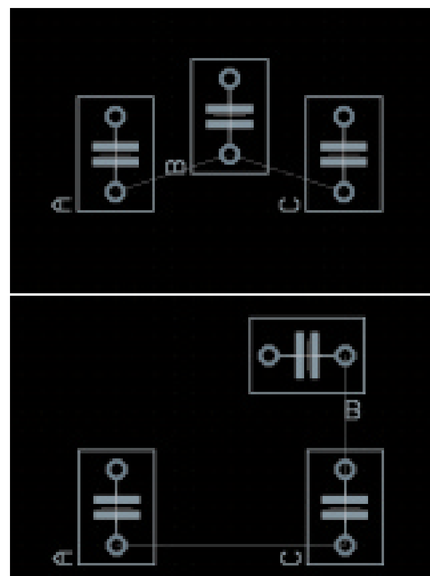
Drugim sposobem jest wstępne poprowadzenie połączeń pomiędzy elementami (*airwires*). Wybieramy komendę *Menu|Draw|Signal*, lub *Signal* z okienka narzędziowego. Lewym klawiszem myszki klikamy na jedną z końcówek elementu, następnie na kolejnym aż zaznaczymy wszystkie połączenia. Po stworzeniu jednego połączenia przyciskamy klawisz *Esc*, co umożliwi nam poprowadzenie kolejnego. Połączenia stworzą swego rodzaju pajęczynę.

Każdemu z połączeń automatycznie przypisywana jest nazwa. Możemy pozostawić ją bez zmian lub zmodyfikować nazwę poleceniem *Name*. Komenda *Value* nie ma w tym wypadku zastosowania. Dobrym zwyczajem jest zdefiniowanie nazw linii zasilania (np. GND i Vcc).
W tym momencie nasz projekt wygląda niemal identycznie jak projekt stworzony automatycznie ze schematu ideowego. Możliwe jest zarówno ręczne jak i automatyczne prowadzenie ścieżek.

Tworzenie płytki ze schematu ideowego

Jeśli posiadamy już gotowy i sprawdzony schemat ideowy, to rozpoczęcie projektowania płytki drukowanej sprowadza się do wywołania komendy *Menu|File|Switch to Board*. Automatycznie stworzony zostanie nowy projekt płytki drukowanej o takiej samej nazwie jak schemat. Włączony zostanie także mechanizm *Automatic Forward&Back Annotation*. Zostanie stworzona linia obwiednia płytki drukowanej, a elementy wstępnie rozmieszczone. Zarówno wymiary płytki jak i położenie elementów mogą zostać w dowolnym momencie zmienione (komenda *Move*). Domyślne rozmieszczenie elementów zwykle nie odpowiada naszym wymaganiom (np. chcemy aby złącza znajdowały się na krawędziach płytki). Równie często mamy szczególne życzenia co do wymiarów i kształtu płytki (niekoniecznie musi być prostokątna).

Przy zmianie położenia elementu kolejność połączeń pomiędzy końcówkami nie ulega zmianie. Załóżmy, że trzy końcówki połączone są w kolejności A-B-C. Po zmianie ich położenia może okazać się że bardziej ekonomiczne jest połączenie ich w kolejności A-C-B. Analizę taką wykonujemy po umieszczeniu w odpowiednich miejscach wszystkich elementów. Służy do tego komenda *Menu|Tools|Ratsnest*. Przypadek taki uwidacznia rysunek 5.



Rys. 5 Działanie komendy Ratsnest

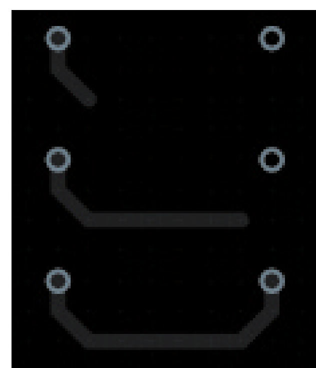
Ręczne prowadzenie ścieżek

Ręczne prowadzenie ścieżek wykonujemy komendą z okienka narzędziowego *Route Manually* (lub *Menu|Draw|Route*). W pasku narzędzi pojawiają się dodatkowe opcje (rys. 2). Są to kolejno:
Select Layer – wybór aktualnej warstwy górna/dolna;
Select Wire Style – wybór sposobu prowadzenia połączenia;
Select Width – grubość ścieżki;
Via Style – kształt przelotki powstającej gdy ścieżka przechodzi z jednej warstwy na drugą;
Diameter – rozmiar przelotki;
Drill – rozmiar otworu przelotki. Po wybraniu komendy lewym klawiszem myszki klikamy na połączenie które chcemy wykonać (lub na punkt lutowniczy będący węzłem połączenia). Następnie kolejnym kliknięciem zaznaczamy punkt w którym prowadzona ścieżka powinna zmienić warstwę lub kierunek. W przypadku zmiany kierunku klikamy w kolejny punkt. Przy zmianie warstwy z paska narzędzi wybieramy nową top/bottom. Ewentualnie modyfikujemy rozmiar i rodzaj przelotki. Przy kolejnej zmianie kierunku lub warstwy poprzednio zdefiniowana przelotka zostanie automatycznie dodana. Kliknięcie na końcówkę docelową kończy proces prowadzenia aktualnej ścieżki i możemy natychmiast przejść do tworzenia kolejnej. Porzucenie edycji aktualnej ścieżki następuje po dwukrotnym kliknięciu lewym klawiszem myszki lub naciśnięciu klawisza *ESC*. Kolejne etapy prowadzenia ścieżki przedstawia rysunek 6.

Stworzoną płytkę drukowaną możemy oczywiście nadal dowolnie edytować i modyfikować. Można usuwać (*Delete*), przesuwać (*Move*) itd. dowolny element projektu. Każdą ścieżkę możemy cofnąć do postaci airwire przy pomocy komendy *Ripup*.

Automatyczne prowadzenie ścieżek

Program Eagle posiada wbudowany autorouter, który z pewnością zadowoli każdego elektronika amatora. Pozwala on na prowadzenie ścieżek w siatce od 4 mil; elementy SMD mogą być rozmieszczane

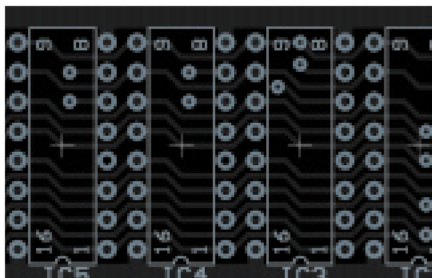

Rys. 6 Kolejne etapy prowadzenia ścieżki

po obu stronach płytki drukowanej; max. 16 warstw (w wersji demo dwie warstwy); niezależne określanie sposobu wykonywania połączeń dla każdej warstwy; optymalizacja projektu ze względu na ilość przelotek oraz sposób prowadzenia ścieżki; wcześniejsze ręcznie lub automatycznie poprowadzone ścieżki nie są zmieniane.

Autorouter pracuje na zasadzie *ripup/retry*. Czyli tak długo, jak autorouter nie może poprawnie poprowadzić ścieżki stara się on rozłączyć (*ripup*) poprzednio poprowadzone połączenia i przeprowadza proces ponownie. Teoretycznie powinno to doprowadzić do kompletnego automatycznego wykonania projektu. W praktyce jednak (zwłaszcza w dużych projektach) konieczna jest interwencja projektanta, która polega przede wszystkim na odpowiednim rozmieszczeniu elementów i doborze parametrów routingu (rozmiary ścieżek, przelotek, siatka itd.). Szczególnie dotyczy to projektów w.cz. , gdzie prowadzenie ścieżek nie może być przypadkowe. Natomiast gdy projektujemy układ cyfrowy pracujący z małą częstotliwością (kilka/kilkanaście MHz) i dysponujemy odpowiednią technologią wykonania pytki (metalizacja, ścieżki 0,2÷0,3 mm). Wtedy nawet dla dużych projektów autorouter powinien w 100% dobrze spełnić swoje zadanie. Jednak nawet tutaj projektant sam powinien odpowiednio rozmieścić niektóre elementy (np. kondensatory odsprzęgające).

Dlatego proces projektowania płytki z wykorzystaniem programu Eagle zwykle rozpoczynał się będzie ręcznym rozmieszczeniem elementów, następnie także ręcznym poprowadzeniem niektórych ścieżek i dopiero wówczas uruchomieniem autoroutera. Po zakończeniu jego pracy zwykle potrzebne będą drobne poprawy kosmetyczne i ewentualne ręczne poprowadzenie pozostałych ścieżek.

Praca autoroutera zależna jest od serii parametrów, które zapisane są w pliku default.ctl lub nazwa_projektu.ctl. Działa on zwykle trzyetapowo. Etap pierwszy polega na wyszukaniu i poprowadzeniu połączeń typu magistralowego (rys. 7).



Rys. 7 Połączenia typu magistralowego

Przykładowo jeśli w układzie znajdują się trzy kości pamięci RAM, każda z nich podłączona do tej samej magistrali adresowej, wtedy jeśli umieścimy je równolegle jedną obok drugiej bardzo łatwe i szybkie będzie wykonanie odpowiednich połączeń. Etap ten przyniesie jednak pożądane efekty tylko w przypadku jeśli istnieje przynajmniej jedna warstwa połączeń która pozwala na prowadzenie połączeń w odpowiednim kierunku (pionowym lub poziomym).

Etap drugi wykonuje wszystkie pozostałe połączenia zgodnie z zadanymi parametrami. Stara się między innymi zredukować liczbę przelotek (*vias*). Kończy się w momencie wykonania wszystkich połączeń.

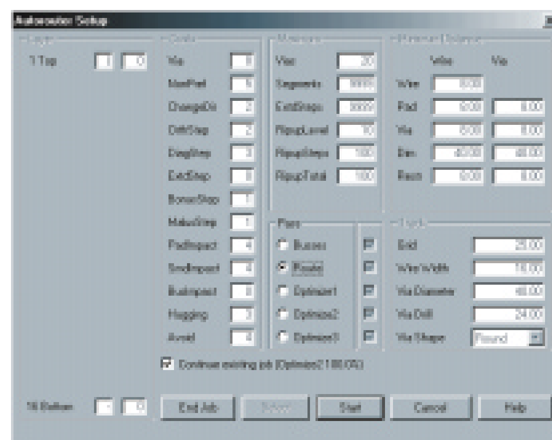
Etapy 3, 4 i 5 starają się zoptymalizować projekt. W tym celu każda ze ścieżek jest kolejno rozłączana i prowadzona ponownie z uwzględnieniem minimalizacji przelotek oraz długości i kształtu.

Autorouter wywołujemy *Menu|Tools|Auto*.... Otwarte zostanie okienko widoczne na rys. 8. W wersji demo programu możemy wykonać routing jedynie w dwóch warstwach, górnej i dolnej, co dla zastosowań amatorskich jest w zupełności wystarczające.

Omówię teraz znaczenie poszczególnych parametrów. Sekcja *Layer* określa jakie warstwy mają być zastosowane podczas tworzenia płytki i jaki jest preferowany kierunek prowadzenia ścieżek dla danej warstwy. Możliwych jest sześć ustawień, które zmieniamy poprzez kliknięcie lewym przyciskiem na polu edycyjnym warstwy. Znaczenie ustawień jest następujące:

„0" – warstwa nie jest używana;
„*" – dowolny kierunek prowadzenia ścieżek;
„|" – pionowy kierunek prowadzenia ścieżek;
„–„ – poziomy kierunek prowadzenia ścieżek;
„/" – prowadzenie ścieżek pod kątem 45°;
„\" – prowadzenie ścieżek pod kątem 135°;

Dla projektów jednowarstwowych zwykle stosujemy opcję „*", natomiast dla dwuwarstwowych kombinacje "|" oraz „–„.

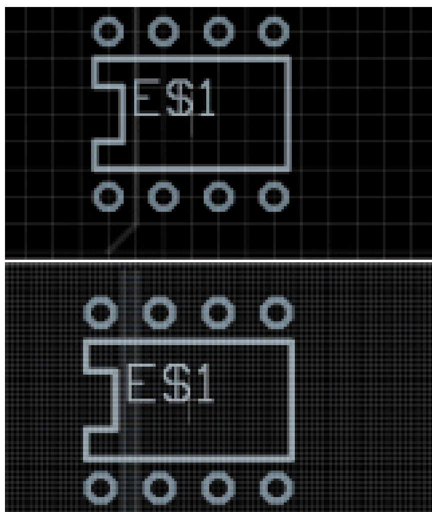


Rys. 8 Okno konfiguracji autoroutera

Sekcja *Costs* określa koszt wykonania każdego z elementów projektu i bezpośrednio wpływa na sposób pracy autoroutera. Domyślnie wartości są określone przez producenta na podstawie testów i powinny dawać optymalne wyniki. Dlatego też autorzy programu proponują, za wyjątkiem pola *Via*, pozostawić je bez zmian. Każda nawet drobna modyfikacja tych wartości będzie miała znaczny wpływ na otrzymane wyniki. Dla osób , które będą chciały samodzielnie poeksperymentować z ustawieniami w tej sekcji, podaję przeznaczenie poszczególnych pól:

Via – przelotka;
NonPref – wykonanie połączenia w kierunku niezgodnym z preferowanym;
ChangeDir – zmiana kierunku prowadzenia ścieżki;
OrthStep – kolejny odcinek ścieżki prowadzony pod kątem 0° lub 90°;
DiagStep – odcinek prowadzony pod kątem 45° lub 135°;
ExtdStep – odchyłka o 45° od preferowanego kierunku prowadzenia ścieżki;
BonusStep – prowadzenie ścieżki w obszarze dodatkowym;
MalusStep – prowadzenie ścieżki w obszarze z innymi ścieżkami i przelotkami;
PadImpact – wpływ pola lutowniczego na otaczający go obszar;
SmdImpact – wpływ pola lutowniczego elementu SMD na otaczający go obszar;
BusImpact – pozostawienie idealnego kierunku prowadzenia magistrali;
Hugging – prowadzenie ścieżek blisko siebie;
Avoid – prowadzenie ścieżki przez obszar w którym prowadzona była przed komendą *ripup*.

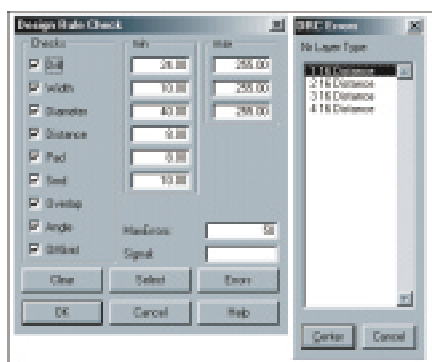
Dodatkowo w sekcji *Layer* znajduje się druga kolumna pól edycyjnych, która określa koszt prowadzenia ścieżki w danej warstwie.



Rys. 9 Dobór siatki dla autoroutera

Sekcja *Maximum* określa graniczne parametry dla określonych elementów, podczas prowadzenia ścieżek:
Vias – ilość przelotek na jednej ścieżce;
Segments – ilość segmentów z których może się składać jedna ścieżka;
ExtSteps – ilość segmentów ścieżki prowadzonych pod kątem odbiegającym od preferowanego o 45°;
RipupLevel – ilość ponownych prób rozłączenia i ponownego prowadzenia ścieżki;
RipupSteps – ilość sekwencji ponownego prowadzenia ścieżki;
RipupTotal – maksymalna liczba rozłączeń *(ripup)* w tym samym czasie. Każdorazowe przekroczenie jakiejkolwiek z wartości krytycznych spowoduje przerwanie procesu prowadzenia ścieżki.

Sekcja *MinimumDistance* jest krzyżową tabelą określającą minimalne odległości pomiędzy określonymi elementami płytki drukowanej:
Via – przelotka;
Pad – pole lutownicze;
Wire – ścieżka;
Dim – krawędź płytki;
Restr – obszar zabroniony do prowadzenia ścieżek.



Rys. 10 Okno kontroli poprawności

Sekcja *Track* określa parametry ścieżek i przelotek używanych do automatycznego prowadzenia połączeń:
Grid – wielkość siatki dla ścieżek (może być różna od ustawionej dla pozycjonowania elementów);
Wire Width – szerokość ścieżki;
Via Diameter – wielkość przelotki;
Via Drill – wielkość otworu w przelotce;
Via Shape – kształt przelotki (*Round* – okląfgły, *Octangol* – kwardatowy).

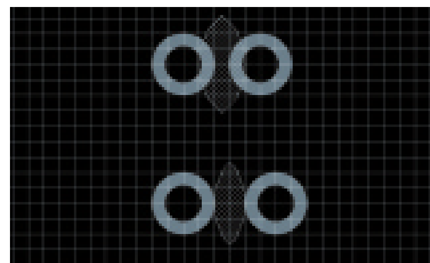
Grupa przełączników *Pass* pozwala na przełączenie się pomiędzy poszczególnymi fazami pracy autoroutera. Dzięki temu możliwe jest ustawienie różnych parametrów sekcji *Costs* oraz *Maximum* dla różnych faz wykonywania połączeń. Przykładowo w fazie *Optimize* domyślny koszt wykonania przelotki wynosi 99, gdyż właśnie ta faza pracy autoroutera odpowiedzialna jest za minimalizacje liczby przelotek na ścieżce.

Podczas doboru parametrów routingu należy mieć na uwadze dostępne technologie wykonania płytki. Bardzo ważną rzeczą jest odpowiedni rozmiar siatki i szerokość ścieżki. Dobry dobór pozwoli na poprowadzenie dwóch, lub jednej ścieżki pomiędzy dwoma punktami lutowniczymi układu scalonego w obudowie DIL (rys. 9)

Testowanie poprawności projektu

Ponieważ płytka drukowana zwykle projektowana jest częściowo automatycznie a częściowo ręcznie, możliwe jest wystąpienie błędów takich jak zwarcia pomiędzy ścieżkami, nieodpowiednie rozmiary elementów projektu (rozmiar otworu, pola lutowniczego, szerokość ścieżki itd.), czy też zbyt małe odległości pomiędzy elementami. Może to spowodować konieczność wykonania płytki w innej technologii niż przewidywaliśmy. Przykładowo jeśli zakładamy że płytka będzie wykonywana przy pomocy sitodruku, musimy zadbać o to aby szerokości ścieżek były odpowiednio duże. Przypadkowe stworzenie połączeń zbyt cienkich może niepotrzebnie doprowadzić do konieczności zmiany technologii na droższą (np. fotochemiczną). Podobna sytuacja może wystąpić jeśli odległości pomiędzy elementami będą zbyt małe. Krytycznym przypadkiem są oczywiście zwarcia i rozwarcia w mozaice ścieżek.

Aby ustrzec się przed tego typu niespodziankami po zakończeniu projektowania powinniśmy uruchomić test *DRC* (*Design Rule Check*). Wybieramy *Menu|Tools|Drc..* , otwarte zostanie okienko widoczne na rys. 10.



Rys. 11 Przykład błędu – zbyt mała odległość pomiędzy przelotkami

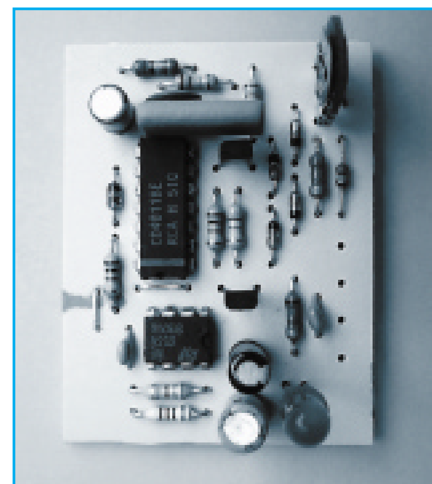
Składa się ono z trzech sekcji:
Checks – testowany parametr, *min*, *max* – krytyczne wartości parametru. Zaznaczając odpowiedni test powodujemy jego uwzględnienie w procesie sprawdzania płytki. Możliwe jest wykonanie wszystkich testów (domyślnie), lub tylko niektórych. Ich znaczenie jest następujące:
Drill – rozmiar otworu;
Width – szerokość ścieżki;
Diameter – wymiary pola lutowniczego;
Distance – odległość pomiędzy elementami projektu;
Pad – szerokość pierścienia punktu lutowniczego po wykonaniu otworu, np. *Drill*=0,024 , *Diameter*=0,04 wtedy szerokość pierścienia wyniesie (0,04-0,024)/2=0,008;
Smd – minimalny rozmiar pola lutowniczego dla elementu *Smd*;
Overlap – zwarcia pomiędzy ścieżkami;
Angle – ścieżki położone pod kątem różnym od wielokrotności 45°;
OffGrid – elementy o pozycji różnej niż wynikałoby to z siatki (*Grid*). Pole *MaxErrors* określa maksymalną ilość zaznaczanych błędów. Parametr *Signal* pozwala na wykonanie testu jedynie dla określonej ścieżki. Na dole okienka znajdują się przyciski *Clear* – kasowanie oznaczonych błędów;
Select – wykonanie testu tylko dla pewnego obszaru płytki (po kliknięciu na przycisk zaznaczamy ten obszar);
Errors – wypisanie listy błędów; *OK./Cancel* – wykonanie lub porzucenie wykonywania testu.

Wizualizacja błędów polega na zaznaczeniu błędnego elementu jaśniejszym odcieniem jego koloru podstawowego. W przypadku błędu odległości, obszar w którym jest ona zbyt mała zaznaczony zostanie jaśniejszy odcieniem koloru przyporządkowanego danej warstwie połączeń (czerwony/niebieski). Przykłady błędów pokazuje rys. 11.

◊ ***Jarosław Piotrowiak***

Monitor linii telefonicznej

Telefon w dzisiejszym świecie spełnia coraz więcej funkcji. Jedną z nowszych zastosowań jest przesyłanie danych siecią telefoniczną za pośrednictwem komputerów osobistych. Podłączenie komputera do telefonu prowadzi jednak do kilku niebezpieczeństw. Mimo, że połączenie komputera z centralą jest sygnalizowane małą ikonką w rogu ekranu może się zdarzyć, że zapomnimy rozłączyć linię po zakończeniu pracy, co kończy się wysokim rachunkiem telefonicznym. Szczególnie łatwo o tym zapomnieć kiedy korzysta się z poczty elektronicznej, a później z Internetu, wtedy nie działa automatyczne rozłączanie linii. Monitor linii telefonicznej pomoże nam rozwiązać ten problem sygnalizując stan linii telefonicznej.

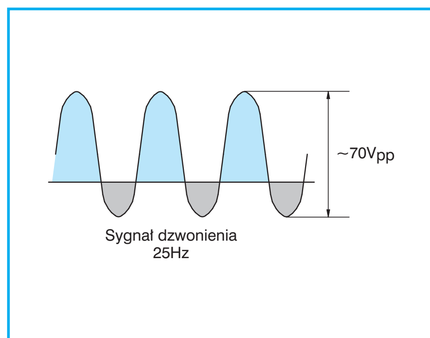


Na wstępie przedstawię kilka informacji na temat działania aparatu telefonicznego i sposobów wybierania numerów.

W stanie spoczynkowym, kiedy nikt nie korzysta z aparatu telefonicznego, a słuchawka spoczywa na widełkach obwód prądu zasilającego aparat z centrali zamyka się przez kondensator i dzwonek. Telefon zasilany jest napięciem stałym o wartości ok. 50÷60 V. Kondensator umieszczony w obwodzie dzwonka uniemożliwia przepływ prądu stałego. Dzięki takiemu rozwiązaniu aparat w stanie spoczynku nie pobiera prądu zasilającego z centrali telefonicznej.

W chwili podniesienia słuchawki przełącznik umieszczony w widełkach zmienia swoje położenie, odłączając dzwonek, a dołączając do linii telefonicznej obwód mikrofonowy. Powoduje to przepływ prądu stałego w obwodzie aparatu, a w konsekwencji w obwodzie centrali i sprawia, że centrala zostanie wywołana. Ta zasada pracy jest zachowana nawet w aparatach elektronicznych, mimo tego, że realizuje ją układ elektroniczny.

Po zgłoszeniu się, centrala wysyła sygnał ciągły o częstotliwości 400 Hz i amplitudzie kilkuset miliwoltów nałożony na napięcie stałe zasilające aparat. Należy dodać, że po podniesieniu słuchawki, na wskutek przepływu prądu przez obwód mikrofonowy napięcie zasilające aparat spada do ok. 15÷20 V. Centrala jest teraz gotowa na rozpoczęcie wybierania numeru.



Rys. 1 Sygnał dzwonienia

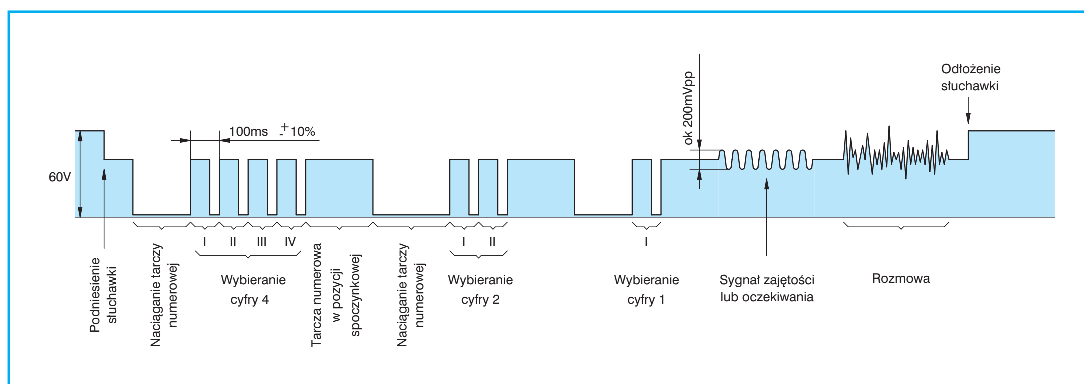
Z kolei gdy ktoś do nas dzwoni na napięcie stałe zostaje nałożony sygnał dzwonka o częstotliwości 25 Hz i amplitudzie ok. 70 V (rys. 1) na sygnał ten nałożona jest składowa stała o wartości ok. 50 V. Sygnał dzwonka jest wysyłany przez centralę tylko wtedy, gdy nasza słuchawka spoczywa na widełkach, a do linii telefonicznej dołączony jest dzwonek, co jest realizowane automatycznie przez nasz aparat telefoniczny. Podniesienie słuchawki powoduje natychmiastowe wyłączenie przez centralę sygnałów dzwonka i połączenie nas z rozmówcą.

Obecnie wykorzystywane są dwa systemy wybierania numeru abonenta: wybieranie impulsowe i tonowe. Stary system wybierania impulsowego oznaczany jest czasami skrótem RD (*Rotary Dial* ang. wybieranie tarczowe). Wybieranie numeru w tym systemie polega na wysyłaniu do centrali ciągu impulsów (rys. 2). Cyfrze jeden odpowiada wysłanie jednego impulsu, cyfrze dwa wysłanie dwóch impulsów itd. Przy wybieraniu cyfry 0 wysyłanych jest dziesięć impulsów. Impulsy wytwarzane są przez tarczę numerową lub elektroniczny układ aparatu poprzez zwieranie linii telefonicznej. Dalszy opis będzie dotyczył starego aparatu z klasyczną, „kręconą" tarczą numerową, gdyż tłumaczy to pewne dziwne z pozoru sytuacje występujące podczas wybierania impulsowego. Wprowadzenie aparatów elektronicznych z wybieraniem impulsowym niczego nie zmieniło w standardzie, gdyż centrale były przystosowane do starych rozwiązań, i elektronika w aparatach musiała i musi spełniać wymagania stawiane przez standardy, które powstały ponad sto lat temu. Tak jest w dalszym ciągu mimo wprowadzenia nowoczesnych komputerowych central telefonicznych. Na marginesie mogę dodać, że dziś można dodzwonić się na drugi koniec świata przy pomocy aparatu telefonicznego sprzed ponad pół wieku. Oczywiście pod warunkiem, że był to aparat przystosowany do pracy z centralą automatyczną.

W momencie naciągania tarczy przełącznik umieszczony w jej wnętrzu zwiera ze sobą końce linii telefonicznej dochodzącej do aparatu. Po wyjęciu palca z otworu tarcza rozpoczyna swój ruch powrotny rozwierając i zwierając linię. Czas trwania jednego impulsu wynosi 100 ms z tolerancją 10%, co odpowiada częstotliwości 10 Hz. Nowoczesne centrale tolerują impulsy o częstotliwościach 8÷22 Hz. Czas zwarcia linii wynosi 1/3 okresu, a czas rozwarcia 2/3, choć spotyka się inne czasy zwarcia i rozwarcia w zależności od typu centrali. Po wybraniu jednej cyfry numeru potrzebny jest czas martwy wynoszący co najmniej 200 ms, w trakcie którego linia pozostaje rozwarta. Czas ten niezbędny jest dla rozdzielenia przez centralę poszczególnych cyfr w numerze wybieranego abonenta.

Kolejne naciągniecie tarczy powoduje ponowne zwarcie linii, a następnie wysłanie ciągu impulsów. Warto zauważyć, że zwieranie linii trwa możliwie krótko, tylko w czasie naciągania tarczy i w trakcie impulsowania przez 1/3 czasu trwania impulsu. Ma to na celu zmniejszenie obciążenia energetycznego centrali.

W trakcie wybierania cyfry obwód słuchawki przez cały czas naciągania tarczy i wysyłania impulsów jest odłączony



Rys. 2 Stany linii telefonicznej podczas impulsowego wybierania numeru

od linii telefonicznej (w słuchawce panuje głucha cisza). Sprawia to że w słuchawce nie słychać trzasków wywołanych wysyłaniem impulsów.

Po zakończeniu wybierania numeru centrala wysyła sygnał wołania o częstotliwości 400 Hz i amplitudzie kilkuset miliwoltów. Natomiast do wybieranego przez nas abonenta wysyłany jest sygnał dzwonienia. Całą sekwencję stanów linii telefonicznej od podniesienia słuchawki, poprzez wybieranie numeru, oczekiwanie, rozmowę, aż do odłożenia słuchawki przedstawiono na rysunku 2.

Proszę chwilkę się zastanowić nad kunsztem ludzi w początkach naszego stulecia, którzy wymyślili takie skomplikowane urządzenie jak automatyczna centrala telefoniczna, bez elektroniki, w oparciu tylko o elektromechanikę. Miałem okazję obejrzeć taką zabytkową centralę podczas pracy i proszę mi wierzyć, że centrala mikroprocesorowa jest niczym w porównaniu do tej żyjącej, cykającej tysiącem wybieraków maszyny, która pracowała w oparciu o wynalazek powstały równo sto lat temu (sto lat odnosi się do roku w którym oglądałem centralę). Myślę, że łatwiej jest opisać działanie mikroprocesora niż elektromechanicznego wybieraka opatentowanego w 1889 roku. Każdy wie, że telefon wynalazł Graham Bell, ale kto zna nazwisko wynalazcy pierwszego wybieraka, który umożliwił zbudowanie centrali automatycznej?

Drugim rodzajem wybierania numerów jest system DTMF (*Dual Tone Multi Frequency* ang. dwu-tonowe wielo częstotliwościowe). Można także spotkać się nazwą MFPB (*Multi Frequency Push Button* ang. wybieranie wieloczęstotliwościowe). Zasada tego wybierania polega na wysyłaniu do centrali telefonicznej kodu wybranej cyfry w postaci tonu składającego się z dwóch częstotliwości. Stąd pochodzi popularna nazwa – wybieranie tonowe. Przy wybieraniu tonowym możliwe jest przesłanie szesnastu kodów, z czego najczęściej wykorzystuje się dwanaście: dziesięć cyfr, oraz znaki # i *. W Tabeli 1 przedstawiono częstotliwości i odpowiadające im kody wybierania w systemie DTMF.

Tabela 1 – Częstotliwości i kody wybierania w systemie DTMF

	Grupa wysokich (górnych) częstotliwości [Hz]			
	1209	**1336**	**1477**	**1633**
697	1	2	3	A
770	4	5	6	B
852	7	8	9	C
941	*	0	#	D

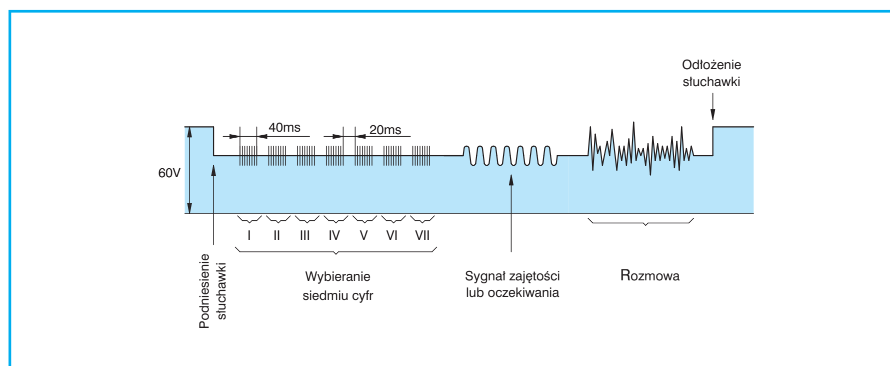
Częstotliwości obejmują zakres akustyczny mieszczący się w paśmie telefonicznym. Zostały one podzielone na dwie grupy: górną i dolną. Zawsze jednej częstotliwości z grupy górnej towarzyszy częstotliwość z grupy dolnej. Tak na przykład cyfrze 5 odpowiada wysłanie tonu składającego się z częstotliwości 1336 Hz i 770 Hz. W ramach grup stosunek sąsiednich częstotliwości wynosi 1,1 (czyli różnica ma wartość 10%). Natomiast grupy są względem siebie przesunięte o 73%. Dobór ten nie jest przypadkowy. Chodzi o to aby harmoniczne sumy dwóch dowolnych częstotliwości wypadały poza najwyższą częstotliwością używaną w systemie DTMF. Jak by nie kombinować, żadna harmoniczna nie może spowodować przekłamania kodu. Nawet średnia arytmetyczna dwóch dowolnych częstotliwości z grupy górnej i dolnej wypada pomiędzy częstotliwościami podanymi w Tabeli 1. Zabezpiecza to skutecznie przed błędami w transmisji.

Stosowanie sumy dwóch częstotliwości zostało podyktowane koniecznością uniknięcia pomyłki z przypadkowym tonem zawartym w mowie ludzkiej. Amplitudy obu częstotliwości wysyłanych w systemie DTMF są jednakowe.

Czas generowania tonu (inaczej mówiąc czas wysyłania kodu jednej cyfry) wynosi ok. 40 ms, a czas przerwy pomiędzy dwoma sąsiednimi cyframi to 20 ms. Amplituda napięcia sygnału tonowego wynosi ok. 0,5 V.

System wybierania tonowego jest coraz częściej stosowany w naszym kraju. Praktycznie wszystkie nowe centrale telefoniczne umożliwiają ten standard wybierania numerów, przy czym w mocy pozostaje możliwość klasycznego wybierania impulsowego. Wybieranie tonowe ma wiele zalet z których wypada wymienić trzy najważniejsze.

Główną zaletą jest duża szybkość wybierania. W tym samym czasie co impulsowe wybranie cyfry zero można wybrać dziesięć cyfr tonowo. Szczególną oszczędność czasu uzyskuje się w przypadku wybierania numerów z pamięci. Nawet wybranie długiego numeru międzynarodowego trwa niewiele ponad sekundę.



Rys. 3 Stany linii telefonicznej podczas tonowego wybierania numeru

Drugą zaletą jest możliwość posługiwania się wybieraniem tonowym przez ścieżkę rozmówną. Oznacza to, że po uzyskaniu połączenia można w dalszym ciągu wysyłać sygnały DTMF przez linię na której połączona jest rozmowa. Ta opcja ma zastosowanie przy wybieraniu numeru wewnętrznego, gdy dodzwonimy się do lokalnej centralki telefonicznej w firmie lub domu. Po uzyskaniu połączenia z centralką można wybrać tonowo numer wewnętrzny. Kod cyfry zostanie wtedy wysłany z naszego aparatu, „przejdzie" przez centralę telefoniczną tak jak zwykła rozmowa i dotrze do centralki lokalnej, która automatycznie połączy z wybranym numerem wewnętrznym. Przy połączeniach międzymiastowych jest to znaczna oszczędność czasu i pieniędzy kiedy nie musimy czekać na ręczne połączenie z numerem wewnętrznym.

Inną możliwością związaną z przesyłaniem sygnałów DTMF przez ścieżkę rozmówną, jest możliwość sterowania różnego rodzaju usługami świadczonymi przez centralę telefoniczną do której jest podłączony nasz aparat. Tonowo można między innymi zaprogramować sobie automatyczne budzenie. Wybieranie tonowe umożliwia też sterowanie różnego rodzaju urządzeniami podłączonymi do linii telefonicznej (centralki lokalnej) wyposażonymi w odpowiedni dekoder DTMF.

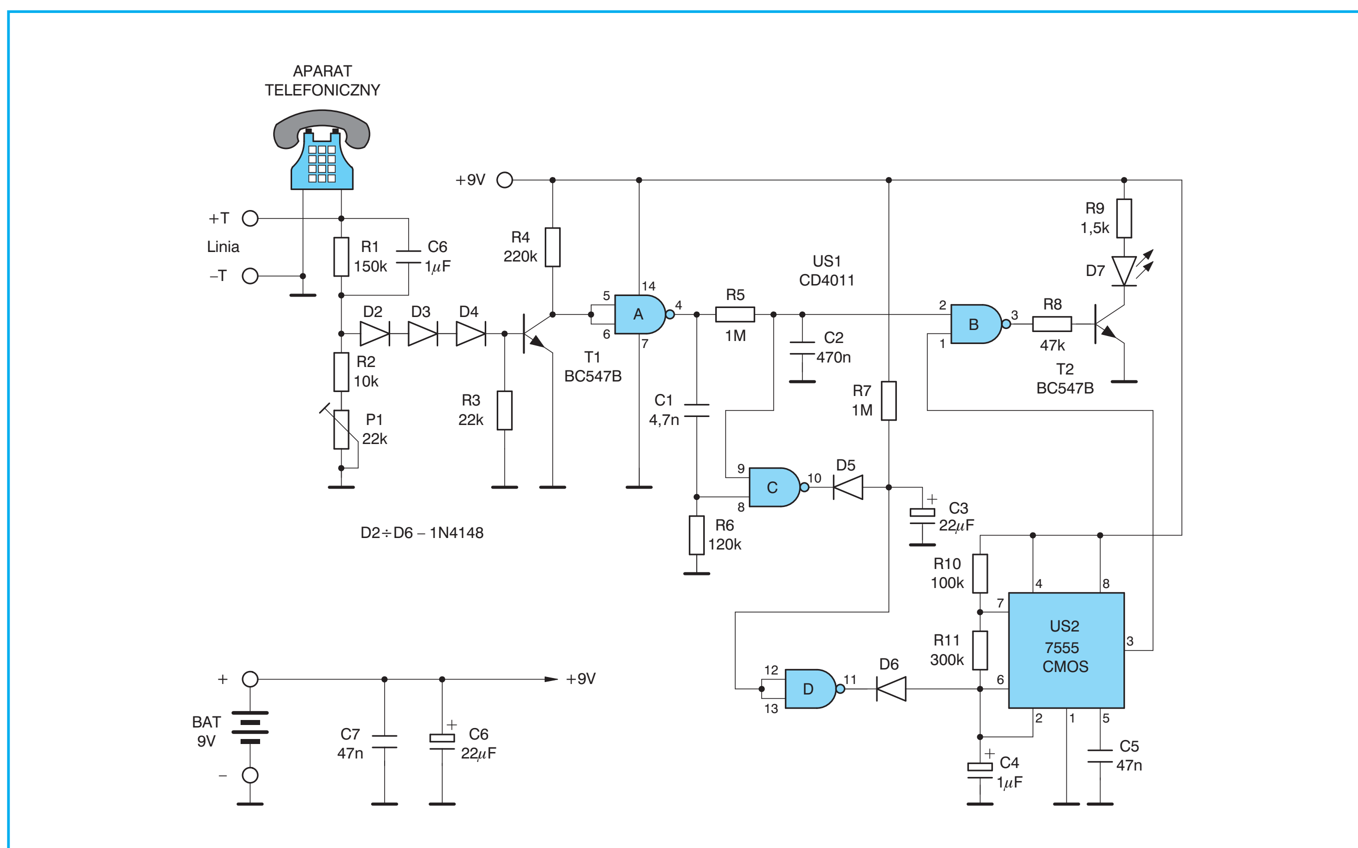
Trzecią bardzo ważną zaletą jest dużo mniejsza liczba błędów występujących podczas wybierania.

Nawet jeżeli nasza centrala telefoniczna nie umożliwia nam wybierania tonowego ten system może okazać się przydatny przy połączeniu z centralką posiadającą taki sposób wybierania. Po wybraniu numeru abonenta w systemie klasycznym (impulsowym) i uzyskaniu żądanego połączenia, w aparacie przełącza się sposób wybierania na tonowe i wybiera numer wewnętrzny.

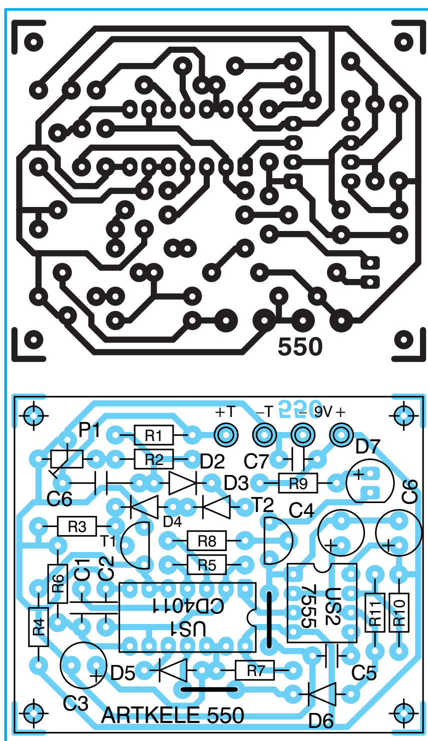
Wybieranie tonowe jest także prostsze od strony central telefonicznych. Wymaga mniejszej ilości „bebechów" elektronicznych. Co prawda w okresie przejściowym, kiedy występują dwa rodzaje wybierania, centrala musi być bardziej rozbudowana. DTMF skraca także czas realizowania połączenia, zwiększając tym samym przepustowość centrali. Kolejną oszczędnością jest mniejszy prąd pobierany z centrali podczas wybierania tonowego, co także wpływa na mniejsze koszty funkcjonowania operatorów telefonicznych.

Teraz znając już sygnały jakie pojawiają się na linii telefonicznej można przystąpić do opisu monitora linii telefonicznej, który jest dość prostym urządzeniem. Na wejściu układu podłączonym do linii telefonicznej znajduje się komparator. Składa się on z tranzystora T1 i umieszczonych w jego bazie elementów. Doprowadzenie do wejścia napięcia 60 V, co odpowiada stanowi linii przy odłożonej słuchawce powoduje włączenie tranzystora T1, tak że na jego wyjściu (kolektorze) jest stan niski. Natomiast podniesienie słuchawki spowoduje obniżenie się napięcia na linii do 12÷16 V. W takiej sytuacji tranzystor T1 nie przewodzi i na kolektorze otrzymuje się stan wysoki. Z kolei podczas wysyłania przez centralę sygnału dzwonka p amplitudzie 70 V nałożonej na składową stałą 60 V sprawia, że tranzystor T1 jest naprzemiennie włączany i wyłączany. Zatem na kolektorze pojawia się przebieg prostokątny o częstotliwości dzwonka 25 Hz. Ostatnim stanem jest wybieranie numeru. Gdy numer jest wybierany impulsowo, czyli poprzez zwieranie linii, może to spowodować powstanie przepięć i tranzystor T1 będzie na przemian włączany i wyłączany, lecz taka sytuacja nie zawsze ma miejsce. Przy wybieraniu tonowym na kolektorze T1 będzie występował stan wysoki tak samo jak przy podniesionej słuchawce.

Dalsza część układu rozpoznaje trzy stany na kolektorze T1. Gdy występuje



Rys. 4 Schemat ideowy monitora linii telefoniocznej



Rys. 5 Płytka drukowana i rozmieszczenie elementów

tam stan niski wyjście bramki A jest w stanie wysokim. Z kolei bramka C, której wejście jest połączone z masą przez rezystor R6, także na swoim wyjściu ustawi stan wysoki. W efekcie tego dioda D5 nie przewodzi i na wejściu bramki D jest stan wysoki podawany przez rezystor R7. Powoduje to zwarcie kondensatora C4 przez diodę D6 do masy. Przy zwartym do masy kondensatorze C6 tajmer 555 (US2) jest zablokowany, a na jedgo wyjściu (nóżka 3) występuje stan wysoki. Dwie jedynki doprowadzone do bramki B ustawiają jej wyjście w stanie niskim i dioda D7 nie świeci się.

Podniesienie słuchawki wymusza stan wysoki na kolektorze T1, a stan niski na wyjściu bramki A. Bramki C i D, oraz tajmer są w takim samym stanie jak poprzednio. Do bramki B doprowadzone jest zatem zero i jedynka. W konsekwencji tego wyjście bramki jest w stanie wysokim załączając tranzystor T2. Dioda D7 zostaje zapalona.

Gdy do układu dociera sygnał dzwonka, lub impulsowo wybierany jest numer Na wyjściu bramki A pojawiają się krótkie ujemne szpilki. Układ całkujący R5, C2 wycina te szpilki, tak że na kondensatorze C2, a zarazem wejściu bramki B występuje stan wysoki. Szpilki natomiast przechodzą przez układ różniczkujący C1, R6. Powoduje to zwarcie kondensatora C3 do masy przez diodę D5. Niski stan na wejściu bramki D odblokowuje tajmer, który zaczyna generować falę prostokątną o częstotliwości ok. 2 Hz. Przebieg ten jest doprowadzony do wejścia bramki B, wywołując cykliczne zmiany jej stanu wyjściowego. Dioda D7 zaczyna migać. Stan taki utrzymuje się przez ok. 2 sekundy po zaniku sygnału dzwonka, gdyż tyle wynosi stała czasowa R7, C3 powodująca wyłączenie tajmera.

Układ zasilany jest z bateryjki 9 V typu 6 F22. Podczas podłączania urządzenia do linii telefonicznej należy zwrócić uwagę na polaryzację linii. Ujemny biegun linii łączy się z masą układu. Polaryzację linii można ustalić przy pomocy woltomierza. Podczas prac przyłączeniowych trzeba zachować odpowiednią ostrożność, gdyż napięcie 60 V może ładnie „pokopać”. Zwarcie ze sobą przewodów linii telefonicznej nie powoduje żadnego uszkodzenia, jest to tylko sygnał odbierany przez centralę jako naciągnięcie tarczy w aparacie telefonicznym. Potencjometr P1 służy do regulacji progu wyzwalania komparatora. Należy ustawić go w takiej pozycji, aby Diodą D7 zapalała się po podniesieniu słuchawki, a gasła po jej położeniu na widełkach. W większości przypadków P1 powinien być skręcony na minimum rezystancji.

Wykaz elementów	
Półprzewodniki	
US1	**– CD 4011**
US2	**– ICL 7555 CMOS**
T1, T2	**– BC 547B**
D2÷D6	**– 1N4148**
D7	**– LED czerwony**
Rezystory	
R9	**– 1,5 kΩ/0,25 W**
R2	**– 10 kΩ/0,125 W**
R3	**– 22 kΩ/0,125 W**
R8	**– 47 kΩ/0,125 W**
R10	**– 100 kΩ/0,125 W**
R6	**– 120 kΩ/0,125 W**
R1	**– 150 kΩ/0,25 W**
R4	**– 220 kΩ/0,125 W**
R11	**– 300 kΩ/0,125 W**
R5, R7	**– 1 MΩ/0,125 W**
P1	**– 22 kΩ TVP 1232**
Kondensatory	
C1	**– 4,7 nF/50 V ceramiczny**
C5, C7	**– 47 nF/50 V ceramiczny**
C2	**– 470 nF/50 V MKSE-20**
C8	**- 1 µF/100 V MKSE-20**
C4	**– 1 µF/50 V**
C6, C3	**– 22 µF/25 V**
Inne	
BAT	**– bateria 9 V 6F22**
płytka drukowana numer 550	

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Płytki można zamawiać w redakcji PE.

Cena: płytka numer 550 – 2,90 zł
+ koszty wysyłki.

◊ ***mgr inż. Dariusz Cichoński***

Szanowni Państwo

Z dużym zainteresowaniem przeczytałem artykuł P. Dariusza Cichońskiego dotyczący wzmacniacza mocy 120 W. Układ ze względu na swoja prostotę oraz bardzo dobre parametry techniczne niewątpliwie jest godny uwagi ale wydaje mi się ,że P. Cichoński zbyt ulgowo potraktował kwestie zabezpieczeń w swojej konstrukcji.

Uważam, że przy tak dużych mocach wyjściowych nie można lekceważyć układów zabezpieczeń. Co prawda układ wewnętrzny STK 42xx posiada pewne zabezpieczenie (zapas prądu kolektora w tranzystorach wyjściowych pozwalający na ochronę układu scalonego w przypadku max. 5 s. zwarcia wyjścia do masy) ale zawsze (moim zdaniem) trzeba brać pod uwagę te najgorszą ewentualność czyli uszkodzenie wzmacniacza na skutek wadliwych zespołów głośnikowych. Niestety taka ewentualność należy brać pod uwagę.

Kolejna sprawa to brak układu odłączającego głośniki przy włączaniu i wyłączaniu zasilania.
Oczywiście w tym miejscu odeślecie mnie Państwo do któregoś z wcześniejszych numerów PE gdzie układ taki był publikowany; tylko, że to nie całkiem o to chodzi.

Uważam, że publikując konstrukcję wzmacniacza o mocy 120 W powinniście Państwo zrobić to całościowo tzn: opublikować: konstrukcje przedwzmacniacza, wzmacniacza mocy, zasilaczy, układów zabezpieczeń a nawet zaproponować konstrukcje obudowy. Dla zwykłego czytelnika PE lepiej jest sięgnąć po dwa czy trzy kolejne numery jego ulubionego czasopisma w którym kompleksowo przedstawiona jest budowa np: w/w wzmacniacza, niż przerzucanie ton schematów z nadzieja znalezienia np: dobrej klasy przedwzmacniacza do wzmacniacza mocy, który ukazał się w jednym z ostatnich numerów. Nie bez znaczenia jest fakt, że czytelnicy PE mieliby wówczas większa pewność co do prawidłowego działania urządzenia i mogliby liczyć na Państwa pomoc w przypadku nie przewidzianych trudności.

Już na koniec chciałbym spytać: gdzie można nabyć układy serii 42xx. Nie ukrywam, że mam z tym b. duże trudności. Wiele firm ma te układy w swoich cennikach problem polega na tym, że tylko w cennikach a zielonogórska firma, która prowadzi sprzedaż elementów między innymi do urządzeń publikowanych w PE twierdzi, ze układów serii STK 42xx sprowadzać nie ma zamiaru ze względu na wysoka cenę (ok. 200 zł za sztukę). Nikt w tej firmie nie wpadł chyba na pomysł, że można sprowadzić tańsze układy z tej serii tzn. 4201, 4211 4221. Nie każdy przecież potrzebuje tak dużych mocy wyjściowych jakie można „wyciągnąć” z STK 4241!!!

Bardzo proszę o podanie adresu firmy, w której te układy można nabyć.
Przesyłam kilka schematów aplikacyjnych STK42xx, które w przyszłości mogą być Państwu pomocne (jeśli oczywiście nie posiadacie Państwo tych aplikacji)

Z poważaniem
Krzysztof Saferyjski

Postaram się w kilku słowach ustosunkować do bardzo rzeczowych uwag naszego Czytelnika.

Pierwsza uwaga dotyczy układów zabezpieczenia opublikowanego wzmacniacza. Tak się składa, że moje zainteresowanie elektroniką zaczęło się od elektroakustyki. W swojej ponad dwudziestopięcioletniej praktyce zbudowałem kilkadziesiąt różnych wzmacniaczy. Jedne konstrukcje były bardziej udane inne mniej. Niektóre nigdy nie działały. Natomiast nigdy nie udało mi się „posadzić” wzmacniacza na skutek zwarcia wyjścia. Stąd też uważam, że zabezpieczenia przed zwarciem wyjścia do masy są zbędne. Najgorsze dla amatorskiego wzmacniacza są wzbudzenia szczególnie na wysokich częstotliwościach, kiedy to układ może paść w kilka sekund. Dlatego też w prezentowanym wzmacniaczu umieściłem wszystkie możliwe elementy ograniczające ryzyko wzbudzenia się.

Oczywiście produkowane seryjnie wzmacniacze muszą być odporne na wszelkie czynniki mogące spowodować uszkodzenie. Znam, jeszcze z czasów PRL-u sposoby na wykończenie każdego, najlepiej zabezpieczonego wzmacniacza i nie ma tu mocnych.

Dlaczego w tym wzmacniaczu nie zastosowałem żadnego zabezpieczenia. Zakładam, że czytelnicy którzy zdecydują się zbudować dość kosztowny wzmacniacz o dużej mocy będą działali świadomie. To w zupełności wystarczy. Wszelkie układy zabezpieczeń, jeżeli mają być skuteczne, wprowadzają dodatkowe zniekształcenia. Same układy STK są na tyle odporne, że „wytrzymają” krótkotrwałe zwarcie wyjścia do masy. Nie groźna im jest uszkodzona kolumna, o ile uszkodzenie leży w głośniku, a nie w przewodach doprowadzających. Drut nawojowy cewki ma na tyle mały przekrój, przeciążony że głośnik najpierw „zatrze” się w szczelinie, a później w czasie nie dłuższym niż jedna sekunda spaleniu ulegnie cewka powodując powstanie przerwy. Zwarcia tworzą się częściej w przeciążonych głośnikach mniejszej mocy. Myślę, że to legło u podstaw założeń twórców układów STK, którzy nie umieścili wewnątrz żadnego zabezpieczenia przeciwzwarciowego. Mimo to w najbliższym czasie przygotuję układ zabezpieczenia przeznaczony do tego konkretnego wzmacniacza mocy.

Drugą uwagą jest brak opóźnionego odłączania głośników. Przedstawione w artykule układy nie wymagają tego typu rozwiązań, gdyż są wyposażone w rozwiązania eliminujące stany nieustalone przy włączaniu i wyłączaniu napięcia zasilania.

Z trzecią uwagą dotyczącą kompleksowego prezentowania układów wzmacniaczy po części się zgadzam i postaram się w następnym numerze przygotować ciekawy układ przedwzmacniacza przeznaczonego do zastosowania razem ze wzmacniaczem mocy.

Czwartą uwagę należy kierować do handlowców. W Polsce aż roi się od różnego rodzaju przedstawicieli, wyłącznych importerów i firm sprzedających elementy. Niestety bardzo często jest tak jak opisuje to nasz Czytelnik. Układy ujęte w cenniku można kupić pod warunkiem, że sprzedawca sprowadzi je z zagranicy. Nierzadko łatwiej jest ściągnąć kości od producenta niż od jego przedstawiciela w Polsce.

◊ mgr inż. Dariusz Cichoński

Prosty wzmacniacz wejściowy do częstościomierza

Częstościomierz bez wzmacniacza wejściowego to pół częstościomierza. O ile można jeszcze sobie jakoś poradzić na częstotliwościach akustycznych, gdzie wystarczy prosty wzmacniacz na jednym tranzystorze, to problem rozpoczyna się z częstotliwościami radiowymi sięgającymi kilkudziesięciu megaherców. Dla wyższych częstotliwości pozostaje zastosowanie preskalera zapewniającego odpowiednie pasmo i czułość. Układy preskalerów były już publikowane w PE. Natomiast nie było uniwersalnego wzmacniacza wejścioweg. Artykuł ten uzupełnia wcześniejszy brak takiego urządzenia.

Od wzmacniaczy wejściowych do mierników częstotliwości wymaga się dostatecznie szerokiego pasma wzmocnienia i dużej impedancji wejściowej. Mniejszą rolę odgrywa wzmocnienie, gdyż większość układów nie posiada czułości lepszej niż 10÷50 mV. Zatem do zapewnienia poprawnej pracy układów cyfrowych wzmocnienie powinno wynosić ok. 30 dB (30 V/V).

Prezentowany poniżej prosty wzmacniacz wejściowy ma czułość lepszą niż 20 mV przy paśmie od 0 Hz do 40 MHz. Impedancja wejściowa wynosi 500 kΩ równolegle połączona z pojemnością rzędu 30 pF. Oprócz tego układ posiada dwa zakresy napięciowe 5 V i 50 V, oraz możliwość sprzężenia stałoprądowego dla wolnozmiennych przebiegów.

Opis układu

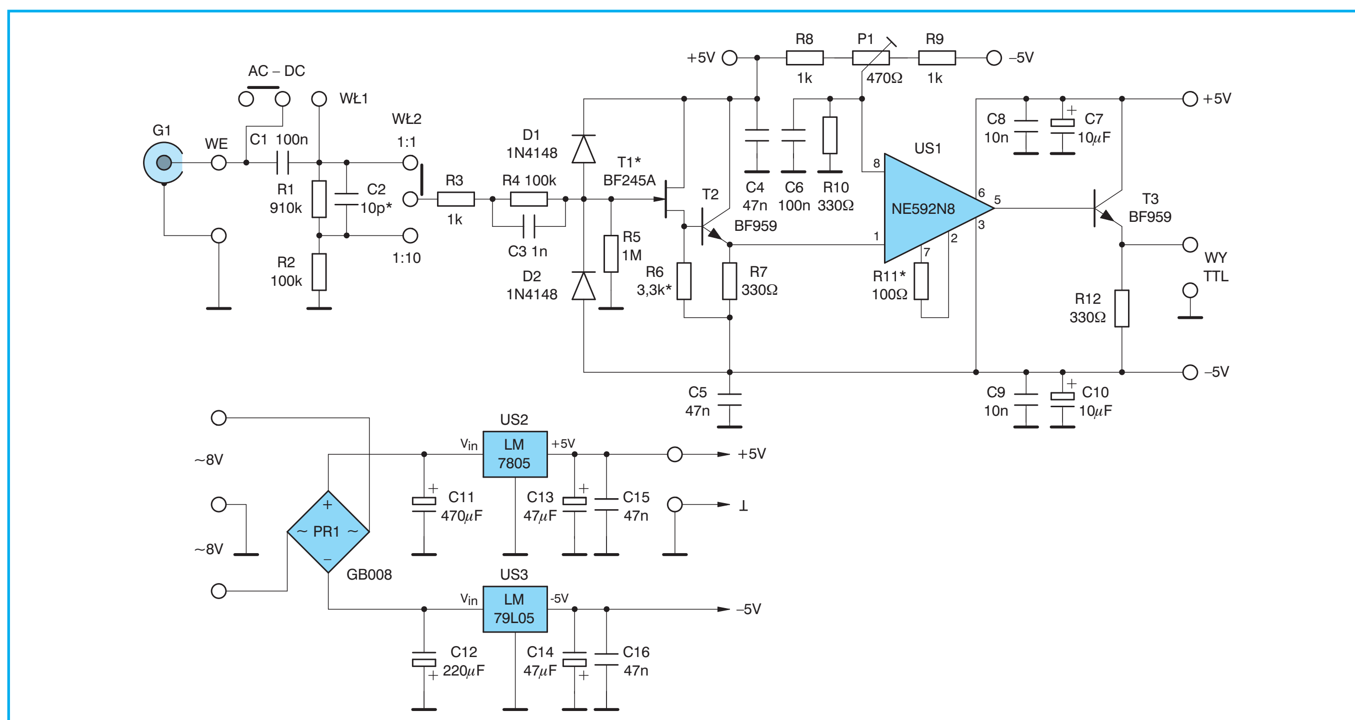
Schemat wzmacniacza zamieszczono na rysunku 1. Patrząc od strony wejścia na samym wstępie umieszczony jest kondensator odcinający składową stałą C1. W zasadzie wzmacniacz powinien pracować przy rozwartym włączniku WŁ1, tak aby składowa stała była obcinana. Kondensator powinno się zwierać tylko dla przebiegów wolnozmiennych poniżej 10 Hz. Taki przebieg może jednak posiadać niewielką składową stałą. Większe napięcie stałe na wejściu spowoduje bowiem zmianę punktu pracy wzmacniacza.

W dalszej części umieszczony jest dzielnik napięciowy R1, R10, wnoszący tłumienie 1:10. Kondensator C2 służy do kompensacji dzielnika, tak aby wnoszone przez niego tłumienie było jednakowe dla całego pasma mierzonych częstotliwości. W razie potrzeby można dobrać wartość tego kondensatora. W większości przypadków wystarczy wartość podana na schemacie.

W dalszej części znajduje się układ zabezpieczający tranzystor wejściowy przed przepięciami, lub zbyt dużą amplitudą mierzonego przebiegu. Składa się on z rezystorów R3, R4 i diod D1, D2. Rezystor R3 ma na celu tłumienie przepięć które mogą przeniknąć na bramkę T1 przez kondensator C3, kompensujący wpływ pojemności wejściowej T1.

Kolejnym stopniem test mieszany układ wtórnika źródłowego i tranzystora bipolarnego. Jest to odpowiednik układu Darlingtona. Tranzystor polowy zapewnia bardzo dużą impedancję wejściową. Jednak nie jest on w stanie zapewnić bardzo małej impedancji wyjściowej. Dlatego też dość często stosuje się takie rozwiązanie. Dodatkową zaletą takiego układu połączeń jest otrzymanie stałego napięcia wyjściowego na poziomie ok.0 V.

Z wtórnika sygnał doprowadzany jest do wejścia odwracającego monolitycznego szerokopasmowego wzmacniacza operacyjnego o regulowanym wzmocnieniu US1. Zastosowany wzmacniacz NE 592N8 jest klasycznym rozwiązaniem tego typu układów. Regulację wzmocnienia uzyskuje się przez włączanie pomiędzy emitery tranzystorów wejściowych dodatkowego rezystora. Dla podanej na schemacie wartości



Rys. 1 Schemat ideowy

R11 wzmocnienie wzmacniacza wynosi ok. 40 dB. Pasmo wzmacniacza dla takiej wartości wzmocnienia osiąga 50÷60 MHz. Układ posiada dwa wyjścia symetryczne na których występuje sygnał w przeciwnej fazie. W układzie wykorzystywane jest tylko jedno wyjście.

Na wejście nieodwracające wzmacniacza NE 592 doprowadzono regulowane przy pomocy potencjometru P1 napięcie stałe. Regulacja umożliwia ustawienie odpowiedniej składowej stałej napięcia na wyjściu urządzenia.

Kolejnym elementem jest szybki wtórnik emiterowy T3. Jego głównym zadaniem jest zapewnienie jak najmniejszej impedancji wyjściowej.

Dodatkowo wzmacniacz wejściowy wyposażono w zasilacz napięć ±5 V, niezbędnych do pracy układu. Oprócz tego napięcie +5 V jest wyprowadzone na zewnątrz umożliwiając zasilanie częstościomierza cyfrowego.

Montaż i uruchomienie

Układ wzmacniacza mieści się na niewielkiej płytce. Z uwagi na wysokie częstotliwości, jakie mogą być doprowadzane do wejścia wszystkie połączenia muszą być bardzo krótkie. Dlatego też przełączniki dźwigienkowe WŁ1 i WŁ2 umieszczono bezpośrednio na płytce drukowanej. Środkowe wyprowadzenia przełączników lutuje się do prostokątnych pól lutowniczych znajdujących się na samej krawędzi płytki drukowanej. Wyprowadzenie górne przełącznika WŁ1 łączy się grubym drutem (ϕ 1 mm) z polem lutowniczym po jego lewej stronie (rys. 2). Natomiast skrajne wyprowadzenia przełącznika WŁ2 należy połączyć z polami lutowniczymi znajdującymi się po jego obu stronach. Górne wyprowadzenie łączy się z lewym polem a dolne z prawym.

Ze względu na szerokie pasmo wzmacniacza US1, chcąc uniknąć wzbudzeń układu, rezystor regulacji wzmocnienia R11 umieszczono bezpośrednio na nóżkach wzmacniacza. Rezystor R11 jest przylutowany po stronie druku do prostokątnych pól znajdujących się obok nóżek 2 i 7 US1.

W układzie nie wolno stosować podstawki pod US1, a wyprowadzenia tranzystorów powinny być jak najkrótsze (tranzystory należy wcisnąć głęboko w płytkę drukowaną). Jeżeli gniazdo BNC jest umieszczone w odległości mniejszej niż 2 cm od płytki drukowanej, do połączenia można użyć dwa zwykłe przewody. Przy większej odległości konieczny jest przewód ekranowany.

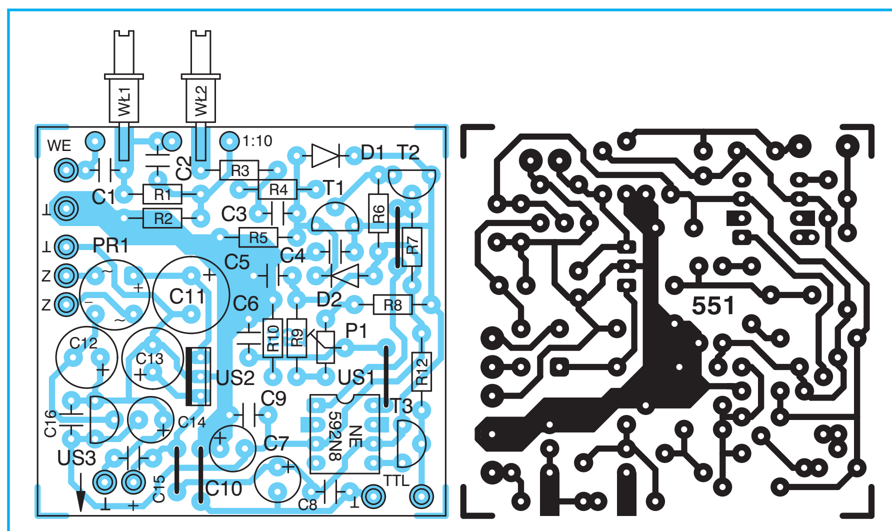
Po zamontowaniu wszystkich elementów można przystąpić do uruchamiania układu. Po włączeniu zasilania należy skontrolować napięcia zasilające tranzystory T1, T2 i T3 oraz układ US1. Następnie trzeba dobrać wartość rezystora R6, tak aby napięcie stałe na emiterze T2 wynosiło 0 V±0,2 V. Do pomiaru wskazane jest użycie oscyloskopu z sondą 1:10, gdyż dołączenie zwykłego miernika z długimi przewodami może spowodować wzbudzenie się układu.

Tranzystor T1 może być z powodzeniem zastąpiony egzemplarzem bez określonej grupy (BF 245), lub z grupą A, pod warunkiem, że uda się dobrać rezystor R2 o wartości 270÷470 Ω, przy którym napięcie na emiterze T2 będzie zbliżone do 0 V.

Następnie mierzy się napięcie na emiterze tranzystora T3. Jego wartość można ustawić za pomocą potencjometru P1. Wskazane jest ustawienie wartości ok. 1 V. Wartość ta jest podyktowana progiem przełączania bramki Schmitta TTL LS. Ustawiając napięcie po środku progu przełączania uzyska się największą czułość wzmacniacza. Jednak nie jest to wymóg konieczny.

Jeżeli czułość wzmacniacza, przy włączonym stopniu podziału napięcia wejściowego na 1:10 drastycznie spada przy częstotliwościach powyżej 20 MHz należy zwiększyć wartość kondensatora C2 do 20÷30 pF.

Tak wyregulowany wzmacniacza wejściowy jest gotowy do pracy. Chcąc zwiększyć czułość można zmniejszyć wartość rezystora R11 do 51 Ω. Nie zawsze się to uda, gdyż układ może mieć tendencje do wzbudzania się.



Rys. 2 Płytka drukowana i rozmieszczenie elementów

Wykaz elementów

Półprzewodniki	
US1	– NE 592N8
US2	– LM 7805
US3	– LM 79L05
T1*	– BF 245A patrz opis w tekście
T2, T3	– BF 959
D1, D2	– 1N4148
PR1	– GB 008 1 A/100 V
Rezystory	
R11*	– 100 Ω/0,125 W patrz opis w tekście
R6*	– 300 Ω/0,125 W patrz opis w tekście
R7, R10, R12	– 330 Ω/0,125 W
R3, R8, R9	– 1kΩ/0,125 W
R2, R4	– 100 kΩ/0,125 W
R1	– 910 kΩ/0,125 W
R5	– 1 MΩ/0,125 W
Kondensatory	
C2*	– 10 pF/50 V ceramiczny patrz opis w tekście
C3	– 1 nF/50 V ceramiczny
C8, C9	– 10 nF/50 V ceramiczny
C4, C5, C15, C16	– 47 nF/50 V ceramiczny
C1, C6	– 100 nF/63 V MKSE-20
C7, C10	– 10 μF/50 V
C13, C14	– 47 μF/16 V
C12	– 220 μF/16 V
C11	– 470 μF/16 V
Inne	
WŁ1, WŁ2	– przełącznik dźwigienkowy jednosekcyjny bistabilny
G1	– gniazdo BNC-50 Ω
płytka drukowana numer 551	

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Płytki można zamawiać w redakcji PE.

Cena: płytka numer 551 – 3,10 zł + koszty wysyłki.

◊ *Jerzy Sądecki*

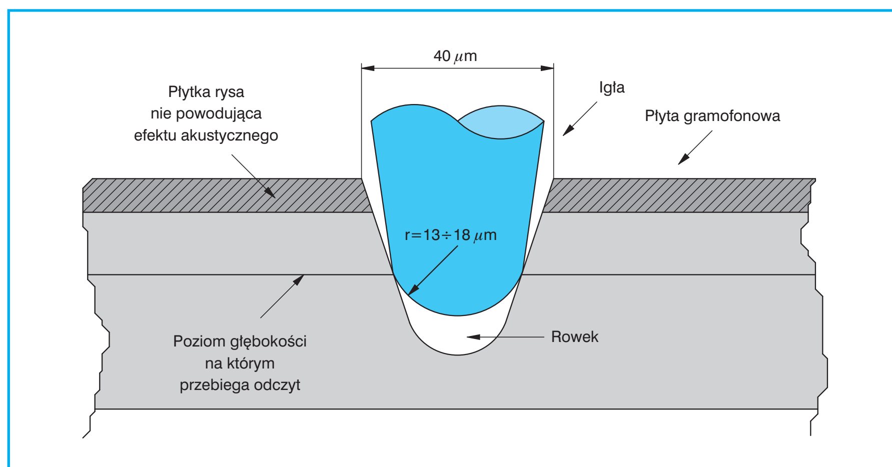
Pomysły układowe – stroboskop gramofonowy

Z zainteresowaniem przeczytałem artykuł poświęcony przedwzmacniaczowi gramofonowemu. Na szczęście moja wieża posiada wejście przeznaczone do podłączenia gramofonu z wkładką magnetoelektryczną. Ponieważ uzupełniam swoją kolekcję srebrnych krążków o nagrania, które mam na czarnych płytach, używam gramofonu. Chcąc uzyskać jak najwyższą jakość nagranych utworów konieczne jest spełnienie kilku podstawowych warunków.

Pierwszym z nich jest nienaganna czystość płyty. Mimo tego, że komputerowe programy obróbki sygnałów analogowych wyposażone są w deklikery, które pozwalają na usunięcie trzasków, należy nagrać materiał jak najlepszej jakości z minimalną liczbą zakłóceń. Źródłem trzasków na płycie gramofonowej są uszkodzenia mechaniczne w postaci rys i mikropęknięć. Na marginesie można dodać, że powierzchowne, płytkie rysy nie wywołują trzasków. Igła gramofonowa czyta bowiem zapis na pewnej głębokości rowka. Jeżeli uszkodzenie płyty nie sięga w głąb rowka, nie ma ono wpływu na powstanie trzasku. Zilustrowano to na rysunku 1. Część trzasków wywołana jest przez wyładowania elektrostatyczne.

Problemy związane z trzaskami można zminimalizować czyszcząc płytę. Doskonale do tego celu nadają się płyny stosowane do czyszczenia dyskietek komputerowych dostępne w sklepach ze sprzętem komputerowym. Z reguły można je nabyć w komplecie z dyskietką czyszczącą. Takim płynem należy dokładnie i delikatnie przetrzeć płytę gramofonową. Płytę przeciera się wzdłuż rowków po okręgu, a nie wzdłuż promienia jak ma to miejsce przy płytach kompaktowych. Nie wolno używać zbyt dużej ilości płynu. Po przetarciu jednej strony płyty należy włączyć gramofon i odsłuchać całą stronę. Co 5÷10 minut konieczne jest oczyszczenie igły na której gromadzi się brud wybrany z rowka. Po takim przesłuchaniu można już przystąpić do właściwego nagrywania. Wskazane jest ustawienie maksymalnego dopuszczalnego nacisku igły. Nie wolno go jednak przekraczać, gdyż spowoduje to odkształcenie zawieszenia igły i wzrost zniekształceń nieliniowych. Dobrze gdy podczas przegrywania płyta jest nieco wilgotna, zmniejsza to liczbę trzasków.

Drugim bardzo ważnym czynnikiem jest wyeliminowanie zakłóceń mechanicznych mogących przenieść się przez podłoże na którym stoi gramofon. Dobrym rozwiązaniem jest umieszczenie gramofonu na stabilnym podłożu (lepsza będzie szafka niż stół). Pod gramofon należy podłożyć koc, lub złożony ręcznik frote. Podczas nagrywania pod żadnym pozorem nie wolno prowadzić głośnego odsłuchu muzyki, gdyż istnieje groźba pojawienia się dodatniego akustycznego sprzężenia zwrotnego prowadzącego do powstawania zniekształceń dynamiki, a w krańcowym przypadku do wzbudzenia się całego układu. Wzbudzenie objawia się głośnym piskiem.



Rys. 1 Przekrój przez rowek płyty gramofonowej

Kolejną niezmiernie ważną sprawą jest właściwa szybkość i stabilność obracania się płyty, mająca wpływ na wysokość tonu i na drżenie dźwięku. Zbyt szybkie obroty to podniesienie częstotliwości, a zbyt małe to obniżenie. Co prawda ucho nie jest zbyt czułe na wysokość tonu ale warto zadbać i o ten element. Przy okazji wskazana jest wymiana paska klinowego napędu talerza i przesmarowanie łożyska na którym obraca się talerz. Pasek i nasmarowane łożysko mają wpływ na nierównomierność obrotów talerza. Nawet niewielkie „kołysanie” dźwięku jest bardzo łatwo zauważalne przez nasz narząd słuchu. Mój gramofon nie był wykorzystywany przez kilka ładnych lat i pasek uległ wyciągnięciu, a smar stracił swoje właściwości.

Kontrolę prędkości obracania się płyty w gramofonie umożliwia stroboskop. W jego skład wchodzi neonówka i dwa rzędy „lusterek” znajdujących się na obrzeżu talerza. Neonówka błyska z podwójną częstotliwością sieci 100 Hz oświetlając lusterka. Częstotliwość błysków jest dwa razy większa od częstotliwości sieci, gdyż neonówka zapala się w szczycie dodatniej i ujemnej połówki napięcia sieciowego. Liczba „lusterek” dla obrotów 33 i 1/3 obr/min wynosi 180. Prędkość obrotowa 33 i 1/3 obr/min to inaczej 0,555... obr/sek. Mnożąc prędkość obrotową przez liczbę „lusterek” otrzymujemy liczbę niezbędnych błysków przy których obraz „stoi” w miejscu. Licząc to przy pomocy ułamków zwykłych mamy:

$$N = \frac{33\frac{1}{3}\cdot 180}{60} = \frac{33\frac{1}{3}\cdot 3}{1} = 100$$

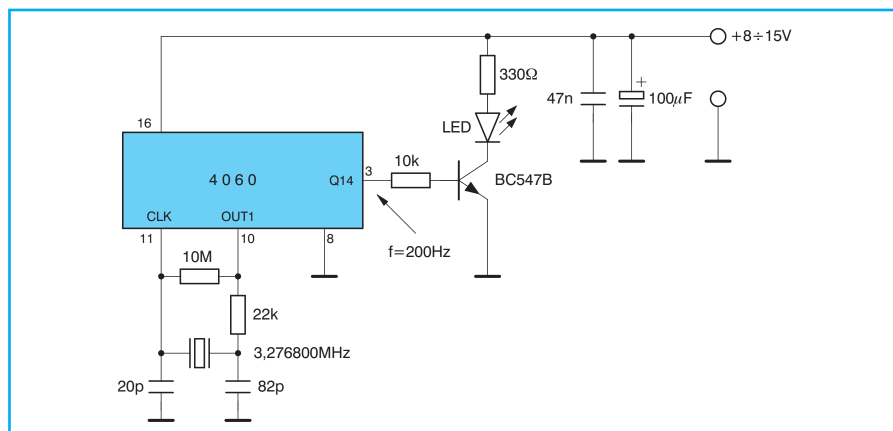
Podobnie jest dla prędkości obrotowej 45 obr/min, gdzie liczba „lusterek” umieszczonych na obwodzie talerza wynosi 133.

W efekcie tego, gdy obroty talerza są właściwe, obraz odbitego od „lusterek” światła stoi w miejscu przy odchyłce prędkości obrotowej obraz płynie powoli w jedną lub w drugą stronę. Wzorcem częstotliwości jest przy takim rozwiązaniu sieć energetyczna która teoretycznie ma częstotliwość 50 Hz. W praktyce z tą częstotliwością bywa różnie przy częstotliwości 49 Hz odchyłka wynosi już 2%, co jest wartością znaczącą. Dlatego też postanowiłem zbudować układ stroboskopu gramofonowego ze wzorcem kwarcowym. Schemat takiego układu zamieszczony został na rysunku 2. W urządzeniu zastosowano układ CMOS typu CD 4060 posiadający równocześnie

generator i dzielniki przez dwa. Maksymalny stopień podziału wynosi 2^{14}. Stosując rezonator kwarcowy 3,276800 MHz, czyli inaczej zapisując $100 \cdot 2^{15}$ Hz po podzieleniu przez 2^{14} otrzymuje się na wyjściu częstotliwość 200 Hz. Z wyjścia Q14 układu CD 4060 sterowany jest tranzystor, w którego kolektorze znajduje się dioda świecąca. Można tu zastosować dowolną diodę LED hiperjasną, lub diodę świecącą w kolorze białym. Ta druga jest jednak znacznie droższa.

Diodę umieszcza się w miejscu neonówki w taki sposób, aby jej światło padało na „lusterka". Częstotliwość błysków wynosząca 200 Hz a nie 100 Hz jak w przypadku neonówki nie ma tu najmniejszego znaczenia. Po prostu zamiast dwóch prążków zobaczymy na tarczy dwa dodatkowe, czyli razem 4 świecące prążki. Istotne jest tylko takie ustawienie prędkości obrotowej aby świecące prążki stały w miejscu, a nie przesuwały się. Teraz mamy gwarancję, że płyta obraca się z taką samą prędkością jak w wytwórni podczas nagrywania.

Układ może być zasilany w dość szerokich granicach. Do zasilania można wykorzystać napięcie pobrane z gramofonu, wykorzystywane do napędu silnika. Napięcie nie musi być stabilizowane. Układ nie wymaga żadnego uruchamiania. Gdyby wystąpiły problemy ze wzbudzaniem się rezonatora kwarcowego można zmienić wartość rezystora 22 kΩ lub/i kondensatora 82 pF. Ocenę pracy generatora można przeprowadzić podczas obracania się talerza.



Rys. 2 Schemat stroboskopu gramofonowego

◇ ***Michał Kowalski***

Przetworniki ciśnienia na napięcie serii MPX

Po opublikowaniu artykułu opisującego elektroniczny barometr do redakcji dociera wiele pytań o czujniki ciśnienia. Dostępny w sprzedaży przetwornik MPX4115A może pracować tylko do wartości ciśnienia 115 kPa, tyle bowiem wynosi zakres pomiarowy Doprowadzenie do niego ciśnienia wyższego niż 400 kPka spowoduje jego trwałe uszkodzenie. Układ barometru można wykorzystać do innych celów, np. pomiaru ciśnienia w oponach samochodowych, ciśnienia gazu, ciśnienia wody, poziomu cieczy.

Chcąc zastosować prezentowany układ należy wybrać zastosowanie, następnie określić jaki typ przetwornika można zastosować, zwrócić uwagę na zakres ciśnień roboczych. Kolejną sprawą jest ustalenie jednostek ciśnienia, w których będzie przeprowadzany odczyt. Gdy wszystkie dane zostaną zebrane można przystąpić do obliczenia wartości rezystorów znajdujących się w układzie. Wystarczy dobrze przeanalizować opis układu barometru aby można było samemu obliczyć odpowiednie wartości rezystorów.

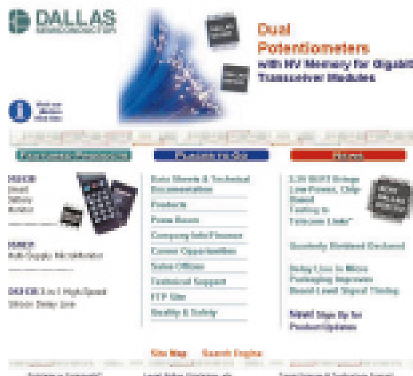
W Tabeli 1 zestawiono podstawowe dane czujników ciśnienia. Czujniki MPX 4XXX, oraz MPX 5100A, mierzą ciśnienie absolutne. Natomiast pozostałe, to czujniki mierzące różnice dwóch ciśnień. Dla tych czujników wymagana jest dodatkowa plastikowa obudowa z dwoma wyprowadzeniami do podłączenia mierzonych ciśnień.

◇ ***Redakcja***

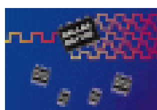
Tabela 1 – Podstawowe dane czujników ciśnienia

Typ czujnika	Mierzone ciśnienie [kPa]		Napięcie zasilania [V]			Czułość [mV/kPa]	Offset [V]			Napięcie pełnej skali [V]			Dokładność [%/V_{FSS}]
	min	max	min	typ	max		min	typ	max	min	typ	max	
MPX 4000	20	105	4,85	5,1	5,35	54,0	0,225	0,306	0,388	4,510	4,591	4,672	±1,8
MPX 4001	15	102	4,85	5,1	5,35	54,0	0,171	0,252	0,333	4,618	4,700	4,782	±1,8
MPX 4115	15	115	4,85	5,1	5,35	45,9	0,135	0,204	0,275	4,521	4,590	4,659	±1,5
MPX 4250	20	250	4,85	5,1	5,35	20,0	0,135	0,204	0,275	4,622	4,692	4,762	±1,5
MPX 5010	0	10	4,75	5,0	5,25	450,0	0,0	0,2	0,425	4,275	4,5	4,725	±5
MPX 5050	0	50	4,75	5,0	5,25	90,0	0,088	0,2	0,313	4,388	4,5	4,613	±2,5
MPX 5100D	0	100	4,75	5,0	5,25	45,0	0,088	0,2	0,313	4,388	4,5	4,613	±2,5
MPX 5100A	15	115	4,75	5,0	5,25	45,0	0,088	0,2	0,313	4,388	4,5	4,613	±2,5
MPX 5500	0	500	4,75	5,0	5,25	9,0	0,088	0,2	0,313	4,388	4,5	4,613	±2,5
MPX 5700	0	700	4,75	5,0	5,25	6,0	0,088	0,2	0,313	4,388	4,5	4,613	±2,5
MPX 5999	0	1000	4,75	5,0	5,25	6,0	0,088	0,2	0,313	4,388	4,5	4,613	±2,5

Firmy elektroniczne coraz większe urządzenia potrafią upchnąć w systemie on-a-chip, zamknąć w mikroskopijnej obudowie coś co jeszcze kilka-kilkanaście miesięcy temu wymagało wielu elementów i skomplikowanych połączeń. Czy w ten sposób elektronika traci swój urok, czy wręcz przeciwnie, staje się bardziej wyrafinowana? Oceńcie sami...



Dallas Semiconductor uruchamia produkcję pięciokrotnej linii opóźniającej dla zegarów taktujących. DS1100 jest rozwinięciem serii DS1000, i tak jak ona udostępnia pięć wyjść powtarzających dowolny przebieg logiczny ze stałym opóźnieniem (od 4 do 300 ns). Układ jest produkowany na razie tylko w wersji pięcio-woltowej, w ośmio-nóżkowych obudowach DIP, SOIC, oraz μSOP.



Dallas Semiconductor uruchomił produkcję pierwszego w pełni funkcjonalnego testera błędów BERT (*bit-error rate tester*) w jednym układzie scalonym. DS 21372 generuje losowe lub zdefiniowane przez użytkownika przebiegi logiczne, które są wysyłane do testowanego urządzenia (multipleksery, routery, mosty, przetworniki C/A), a następnie z niego odbierane w celu porównania i dokonania analizy. Układ przeznaczony jest do pracy z zewnętrznym mikrokontrolerem i jest kompatybilny ze swoim pięcio-woltowym poprzednikiem DS 2172, i tak jak on umożliwia automatyczne generowanie przebiegów wymaganych do testowania telekomunikacyjnych linii T1.

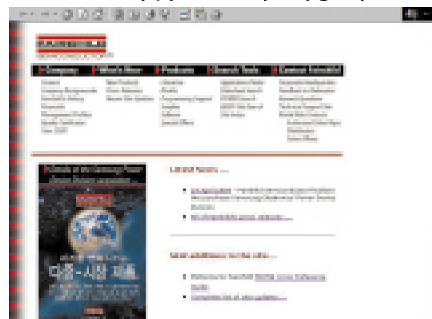


AKM Semiconductor uruchamia produkcję przetworników analogowo-cyfrowych z wbudowanym interfejsem USB. AK 5370 jest szesnastobitowym, jednokanałowym przetwornikiem A/C przeznaczonym do zastosowania w mikrofonach. Odstęp sygnał/szum wynosi 84 dB przy 44,1 kHz, układ udostępnia pięć częstotliwości próbkowania (8, 1,25 22,05 44,1 i 48 kHz) i umożliwia, oprócz przesyłania dźwięku, także kontrolowanie wzmocnienia i innych podstawowych parametrów za pośrednictwem magistrali USB. AK 5370 nie wymaga żadnych zewnętrznych elementów i produkowany jest w 24-nóżkowych obudowach VSOP.

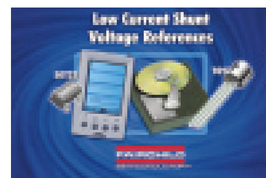


Fairchild Semiconductor przedstawił kompletne rozwiązanie technologiczne dla modułów DIMM siedemdziesięciodwubitowej, rejestrowej pamięci DDR (*Double Data Rate*) PC 200/PC 266. Rozwiązanie to uwzględnia zegar PLL (phase locked loop) FMS 7857, bufor SSTV 16857 oraz pamięć EEPROM FM 34W02. FMS 7857 jest bezopóźnieniowym zegarem z wbudowanym rejestrem, którego zadaniem jest synchronizowanie sygnałów sterujących dla wszystkich układów pamięci, a operuje na częstotliwościach z zakresu 95÷170 MHz. SSTV 16857 jest czternastobitowym rejestrem buforującym adresy i sygnały sterujące, a FM 34W02 szeregową, opartą o interfejs 2-Wire, dwukilobitową pamięcią EEPROM umożliwiającą procesorowi odczytanie parametrów pamięci.

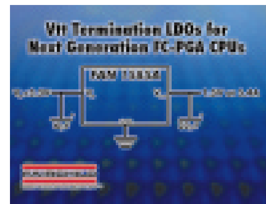




Fairchild Semiconductor uruchomił produkcję stabilizatorów napięcia z myślą o zastosowaniach w przenośnych urządzeniach elektronicznych, napędach dysków twardych i systemach gromadzenia danych – FAN 4040 i FAN 4041. Pierwszy z nich jest stabilizatorem o stałej wartości napięcia wyjściowego – w zależności od wersji 2,5 lub 3,3 V, drugi natomiast umożliwia regulację do wartości 12 V. Obydwa układy produkowane są w wersjach A, B, C oraz D, co dopowiada tolerancjom napięcia wyjściowego odpowiednio 0,1%, 0,2%, 0,5% i 1,0%. FAN 4040 dostępny jest w obudowie SOT-23, a FAN 4041 w obudowach SOT-23 oraz TO-92. Cena w partiach powyżej 1000 sztuk waha się od 1,21 $ za wersję A do 0,44 $ za wersję D.



Fairchild Semiconductor rozpoczyna produkcję regulatorów napięcia zaprojektowanych z myślą o procesorach nowej generacji, których prędkość przekraczać będzie 1 GHz. Regulatory serii FAN 1585 są w stanie dostarczyć prądu o natężeniu 5,4 A przy napięciu wyjściowym z zakresu 1,5÷3,6 V i zasilaniu 5 V, co jest wystarczającą wartością do zasilania nowych procesorów Intela, Willamette (poprzednie serie procesorów wymagały prądu 2,7 A). Układy są wewnętrznie zabezpieczone przed zwarciem, a także przegrzaniem (regulator ulega wyłączeniu gdy temperatura złącza osiąga 150°C). FAN 1585 jest dostępny w ustandaryzowanych obudowach TO-220 oraz TO-263, a jego cena to 63 centy za sztukę w partiach powyżej tysiąca sztuk.



◊ **Marcin Witek**
elin@pe.com.pl